

# "Spillovers" von Wissensaktivitäten im Ausland - Welche Effekte haben ausländische Wissens- und F&E-Aktivitäten Schweizer Unternehmen auf den F&E- Standort Schweiz?

**Report****Author(s):**

Arvanitis, Spyros; [Seliger, Florian](#) ; [Wörter, Martin](#) 

**Publication date:**

2018-10

**Permanent link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-b-000300367>

**Rights / license:**

In Copyright - Non-Commercial Use Permitted

**Originally published in:**

KOF Studies 119

## **KOF** Konjunkturforschungsstelle

### «Spillovers» von Wissensaktivitäten im Ausland

Welche Effekte haben ausländische Wissens- und F&E-Aktivitäten Schweizer Unternehmen auf den F&E-Standort Schweiz?

Studie im Auftrag des Staatssekretariats für Bildung,  
Forschung und Innovation

Spyros Arvanitis, Luca Mircea, Florian Seliger und Martin Wörter

KOF Studien, Nr. 119, Oktober 2018

# Impressum

## Herausgeber

KOF Konjunkturforschungsstelle, ETH Zürich  
© 2018 KOF Konjunkturforschungsstelle, ETH Zürich

Studie im Auftrag des Staatssekretariats für Bildung,  
Forschung und Innovation

## Autoren

Spyros Arvanitis, Luca Mircea, Florian Seliger und Martin Wörter

# KOF

ETH Zürich  
KOF Konjunkturforschungsstelle  
LEE G 116  
Leonhardstrasse 21  
8092 Zürich

Telefon +41 44 632 42 39  
Fax +41 44 632 12 18  
[www.kof.ethz.ch](http://www.kof.ethz.ch)  
[kof@kof.ethz.ch](mailto:kof@kof.ethz.ch)

# Executive Summary

Technologischer Fortschritt ist wesentlich für die internationale Wettbewerbsfähigkeit eines Landes. In der vorliegenden Untersuchung analysieren wir sowohl deskriptiv als auch ökonometrisch den Beitrag von Wissensaktivitäten Schweizer Firmen im Ausland für die Innovationsleistung und die Produktivität im eigenen Land. Unter «Wissensaktivitäten im Ausland» verstehen wir Forschungs- und Entwicklungs(F&E)-Aktivitäten bei ausländischen Töchtern, F&E-Kooperationen mit ausländischen Unternehmen oder Forschungseinrichtungen oder die Vergabe von F&E-Aufträgen ins Ausland. Wir können die Wissensaktivitäten sowohl «direkt» über Umfrageinformationen messen als auch «indirekt» über Patentdaten. Der Einfluss von Wissensaktivitäten auf andere Firmen geschieht über sogenannte Wissensspillovers. Hierbei fliesst ein Teil des Wissens über verschiedene Kanäle zu Konkurrenzunternehmen, die dieses Wissen aufnehmen und in ihren eigenen Innovationsanstrengungen verwerten können.

Die deskriptiven Auswertungen des Innovationspanels zeigen zunächst, dass Wissensaktivitäten im Ausland vor allem von Grossunternehmen durchgeführt werden, da vermutlich nur diese den erforderlichen Ressourceneinsatz stemmen können. Bei allen Wissensaktivitäten zeigt sich zudem ein starker Fokus auf EU-Länder. Die Aktivitäten sind vor allem auf andere Unternehmen ausgerichtet (und nicht auf Hochschulen und Forschungseinrichtungen), d.h. Schweizer Unternehmen kooperieren mit anderen Unternehmen im Ausland oder sie vergeben F&E-Aufträge an Unternehmen im Ausland. Obwohl wir in diesem Bericht zeigen, dass die Wissenskomponente von F&E-Aktivitäten im Ausland einen wichtigen Beitrag zur Innovationleistung im Inland leisten kann, ist für Schweizer Unternehmen das Ressourcennotiv (d.h. Kostensenkung durch die Auslagerung von F&E-Aktivitäten) deutlich wichtiger als das Wissensmotiv (d.h. die Nähe zu Unis und anderen wissensintensiven Unternehmen in ausländischen Regionen).

Im ökonometrischen Teil dieser Studie untersuchen wir unter anderem den Effekt von Spillovers auf die Anzahl neuer Patente einer Firma. Die neuen Patente gehen durch das technologische Know-how, das für deren Entwicklung nötig ist, in das Wissenskapital einer Firma über. Wir sehen, dass der Effekt positiv ist und dass der Effekt von Spillovers ausschliesslich von patentierten Erfindungen anderer Unternehmen ausgeht, die mit Beteiligung von Erfindern im Ausland generiert worden sind (bei denen ein Konkurrenzunternehmen also internationale Wissensaktivitäten durchgeführt hat). Interessanterweise wirkt dieser Effekt nicht nur auf neue Patente insgesamt und neue Patente, die mit Erfindern im Ausland entwickelt werden, sondern auch auf Patente, die ausschliesslich von Erfindern in der Schweiz entwickelt werden. Somit können also auch Unternehmen mit ausschliesslich national ausgerichteten F&E-Anstrengungen (die in ausschliesslich in der Schweiz entwickelten Patenten münden) von der Internationalisierung der F&E anderer Unternehmen profitieren.

Darüber hinaus untersuchen wir, ob es einen Zusammenhang zwischen dem Wissenskapital (in das die eigenen Patente einfliessen) und der Innovationsleistung eines Unternehmens gibt. Dieser Zusammenhang ist wie erwartet positiv. Allerdings ist dieser Zusammenhang auch auf jenen Teil des Wissenskaptals zurückzuführen, der mit Hilfe von Erfindern im Ausland durch internationale Kooperationen, F&E-Aktivitäten und F&E-Aufträge aufgebaut wurde (internationales Wissenskapital). Dieses Wissen ist wesentlich für den Markterfolg neuer, innovativer Produkte. Massnahmen zur Förderung von internationalen Kooperationen von Erfindern erhöhen also nicht nur das Wissenskapital, sondern auch die Innovationstiefe neuer Produkte, die zu höheren Umsätzen führt.

Mit dem Aufbau von Wissenskapital sind hohe Kosten verbunden, die nur dann erwirtschaftet werden können, wenn neue, innovative Produkte hervorgebracht und vermarktet werden. Dabei finden wir positive Produktivitätseffekte für das internationale Wissenskapital nur, wenn gleichzeitig neue Produkte hervorgebracht werden. Die Unternehmensgrösse ist eine weitere Bedingung für positive Produktivitätseffekte des internationalen Wissenskaptals, da grössere Firmen internationale Vertriebswege und

umfangreiche Marketingmöglichkeiten nutzen können, die positiv auf die Vermarktung innovativer Produkte wirken. Ausserdem lassen sich in grösseren Unternehmen hohe F&E-Kosten auf eine grössere Absatzmenge verteilen, wodurch die Produkte relativ günstig angeboten werden können.

Für die Gesamtheit der Unternehmen, die im Durchschnitt eher kleiner sind, sehen wir auch für das Wissenskapital, das ausschliesslich auf Erfindungen in der Schweiz ansässiger Erfinder zurückgeht, positive Produktivitätseffekte. Somit ergibt sich eine Art «Arbeitsteilung» zwischen diesen kleineren Unternehmen und den international ausgerichteten Grossunternehmen. Letztlich profitieren durch die internationalen Aktivitäten der Grossunternehmen alle, nämlich auch kleinere, eher national ausgerichteten Unternehmen in Form der oben erwähnten Spillovers.

Hinsichtlich wirtschaftspolitischer Überlegungen halten wir vor allem internationale Kooperationen zur Entwicklung neuer Technologien für wesentlich, um Wissensspillovers zu generieren. Internationale Kooperationen können sowohl klassische Unternehmenskooperationen beinhalten als auch persönliche Netzwerke von Mitarbeitern oder die Zusammenarbeit mit einzelnen Personen im Ausland, die ein bestimmtes Know-how besitzen, das im Inland nicht verfügbar ist. Internationale Kooperationen erhöhen auch das Verständnis von Technologien anderer Firmen und wie dieses mit eigenem Wissen kombiniert werden kann. Allerdings ist es wichtig zu berücksichtigen, dass kleinere Firmen ein höheres Risiko bei der Entwicklung und Vermarktung neuer Technologien haben, da ihnen wichtige Ressourcen oft fehlen. Dies sollte im Rahmen der Wirtschaftspolitik beachtet werden, damit kleinere Firmen Spillovers nutzen können.

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	4
Tabellenverzeichnis.....	6
1. Einleitung.....	7
2. F&E im Ausland.....	10
3. Motive der F&E-Aktivitäten im Ausland.....	12
4. F&E-Aufträge im Ausland.....	15
5. F&E-Kooperationen im Ausland.....	17
6. Patentaktivitäten im Ausland und Patentzitationen.....	20
7. Auswirkungen von Wissensaktivitäten im Ausland auf patentierte Erfindungen .....	28
8. Auswirkungen von Wissensaktivitäten im Ausland auf die Innovationsleistung der Unternehmen..	37
9. Auswirkungen von Wissensaktivitäten im Ausland auf die Produktivität der Unternehmen .....	40
10. Zusammenfassung.....	45
Literaturverzeichnis .....	48
Anhang .....	50

# Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1. Anteil der F&E-Aufwendungen im Ausland an allen intramural F&E-Aufwendungen der Privatwirtschaft in % .....	10
Abb. 2.2. F&E-Aktivitäten im Ausland über die Zeit (Anteil in % der F&E-treibenden Firmen).....	11
Abb. 3.1. Motive für F&E-Aktivitäten im Ausland über die Zeit (Anteil in % der im Ausland F&E-treibenden Firmen, welche die Werte 4 oder 5 auf einer 5-stufigen Likert-Skala melden).....	13
Abb. 3.2. Aggregierte Motive für F&E-Aktivitäten im Ausland über die Zeit (Anteil in % der im Ausland F&E-treibenden Firmen, welche die Werte 4 oder 5 auf einer 5-stufigen Likert-Skala melden)....	14
Abb. 4.1. F&E-Aufträge im Ausland über die Zeit (Anteil in % der F&E-treibenden Firmen).....	15
Abb. 4.2. F&E-Aufträge im Ausland an Universitäten/Forschungseinrichtungen und an Unternehmen (Anteil in % der Firmen mit F&E-Aufträgen im Ausland; mehrfache Meldungen möglich) .....	16
Abb. 5.1. F&E-Kooperationen insgesamt und im Ausland über die Zeit (Anteil in % der F&E-treibenden Firmen) .....	17
Abb. 5.2. F&E-Kooperationen im Ausland nach Partnerkategorien (Anteil in % der Firmen mit F&E-Kooperationen im Ausland).....	19
Abb. 6.1. Karte der Schweiz und ihrer Nachbarländer mit möglichen Pendlern (Erfinder haben Wohnsitz im Nachbarland und sind höchstens 50km vom Schweizer Patentanmelder entfernt) und den dazugehörigen Schweizer Patentanmeldern. ....	21
Abb. 6.2. Patentfamilien nach Erfinderlandern (Anteile in % der Patentfamilien Schweizer Anmelder mit mind. 1 Erfinder im Ausland) .....	22
Abb. 6.3. Patentfamilien nach Sektoren (Anteile in % der Patentfamilien Schweizer Anmelder) .....	22
Abb. 6.4. Anzahl Erfinder im Ausland in Patenten Schweizer Anmelder .....	23
Abb. 6.5. Zitationen von Patenten nach Erfinderlandern der zitierten Patente (Anteile in % der Zitationen Schweizer Anmelder von Patenten mit mind. 1 ausländischen Erfinder) .....	25
Abb. 6.6. Zitationen von Patenten nach Sektoren (Anteile in % der Zitationen von Patenten Schweizer Anmelder durch andere Schweizer Anmelder) .....	25
Abb. 7.1. Schematische Darstellung der Vorgehensweise und der Wirkungskette .....	30
Abb. A.6.1. Beispiel für eine Patentanmeldung eines Schweizer Anmelders, die ausschliesslich Erfinder aus dem Ausland aufweist.....	60
Abb. A.6.2. Beispiel für eine Patentanmeldung eines Schweizer Anmelders, die ausschliesslich Erfinder aus den USA aufweist .....	61

Abb. A.6.3. Beispiel einer Patentanmeldung eines Schweizer Anmelders, die ausschliesslich einen Erfinder aus der Schweiz aufweist .....	62
Abb. A.6.4. Erfinder aus verschiedenen Weltregionen, die zu Erfindungen von Schweizer Anmeldern beigetragen haben .....	68
Abb. A.6.5. Erfinder aus Europa, die zu Erfindungen von Schweizer Anmeldern beigetragen haben .	69

# Tabellenverzeichnis

Tab. 7.1. Variablenliste.....	33
Tab. 7.2. Hauptergebnisse Patente.....	36
Tab. 8.1. Hauptergebnisse Innovationsleistung .....	38
Tab. 9.1. Hauptergebnisse Produktivität .....	43
Tab. 9.2. Produktivitätseffekt nach Firmengrößenklassen.....	44
Tab. A.7.1. Korrelationstabelle .....	70
Tab. A.7.2. Patentschätzung – Kontrollvariablen .....	71
Tab. A.7.3. Patentschätzung – Ereigniswahrscheinlichkeit (IRR) .....	72
Tab. A.7.4. Patentschätzung – «Fractional Counts» (Poisson, Negbin).....	73
Tab. A.7.5. Patentschätzung – Negative Binomial (Fixed-Effects) .....	74
Tab. A.7.6. Patentschätzung – Technologische Spezialisierung (HHI) .....	75
Tab. A.7.7. Patentschätzung – Nach Regionen .....	77
Tab. A.7.8. Patentschätzung – «Fractional Counts» nach Regionen .....	78
Tab. A.7.9. Innovationsschätzung – Kontrollvariablen (T-1) .....	79
Tab. A.7.10. Innovationsschätzung – Kontrollvariablen (T-2) .....	80
Tab. A.7.11. Produktivitätsschätzung – Kontrollvariablen.....	81

# 1. Einleitung

Die Schweiz ist eines der innovativsten Länder der Erde, wie Rankings immer wieder zeigen (z.B. The Global Innovation Index oder das European Innovation Scoreboard). Schweizer Unternehmen investierten im Jahre 2015 rund 30 Mrd. CHF in F&E, 15 Mrd. CHF wurden an ausländischen Standorten ausgegeben (siehe BFS 2017). Wirtschaftspolitisch stellt sich jedoch die Frage, ob das grosse Engagement Schweizer Firmen für die Generierung von neuem innovationsrelevanten Wissen im Ausland auch positive Effekte auf die Innovationsaktivitäten im Inland zeigt. Bisherige Studien für die Schweiz (z.B. Arvanitis und Hollenstein 2007, 2011) zeigen, dass sich das Wissen von den ausländischen Töchtern komplementär zu jenem der inländischen Mutterfirma verhält. Aus dieser Sicht wird das an ausländischen Standorten verfügbare technologische Wissen genutzt, um die firmeneigene Wissensbasis zu erweitern, daher ergänzen sich ausländische und inländische F&E-Aktivitäten. Neben den direkten Effekten auf die Mutterfirma sind auch die indirekten Auswirkungen (Spillovers) auf die einheimische Wirtschaft zu berücksichtigen, was bis jetzt für die Schweiz noch nicht untersucht wurde.

In der vorliegenden Studie wollen wir daher über die Untersuchung der direkten Effekte von Auslandsinvestitionen in F&E hinausgehen. Im deskriptiven Teil analysieren wir, erstens, anhand der Unternehmensdaten des KOF-Panels die Bedeutung von innovationsrelevantem Wissen, welches entweder über F&E-Aufträge Schweizer Firmen an ausländische Partner, über Tochterunternehmen und F&E-Abteilungen im Ausland oder über F&E-Kooperationen von Schweizer Unternehmen mit ausländischen Partnern generiert wird. Zweitens erweitern wir die Datenbasis hinsichtlich ausländischer Innovationsaktivitäten um Patente, die von Erfindern im Ausland für Schweizer Firmen (mit)entwickelt worden sind. Diese Patente können durch verschiedene Arten von Innovationsaktivitäten im Ausland entstehen: Die Erfinder können in ausländischen Tochterunternehmen beschäftigt sein, sie können jedoch auch Kooperationen mit den Schweizer Unternehmen bzw. Erfindern eingegangen sein (sogenannte Ko-Erfindungen) oder sie können mit der Entwicklung eines Patents beauftragt worden sein.

In einem zweiten ökonomischen Teil analysieren wir sogenannte Wissensspillovers. Die Schweizer Firmen interagieren auch untereinander und profitieren nicht nur von eigenen F&E-Anstrengungen, sondern auch vom Wissen, das Konkurrenten oder andere Firmen angesammelt haben (z.B. in Form von publizierten Patentschriften oder Produktinformationen, informellen Mitarbeiterkontakten oder durch Mitarbeiterfluktuation). Hinsichtlich der Innovationsaktivitäten im Ausland untersuchen wir, ob patentierte Erfindungen, die eine Firma mithilfe von ausländischen Partnern (Ko-Erfindern) entwickelt hat, auch für die Innovationsaktivitäten anderer Firmen im Inland relevant sind. Hierzu werden ökonomische Modelle geschätzt, welche die Einflüsse deutlich machen sollen.

Die Studie ist wie folgt aufgebaut: Im deskriptiven Teil bezieht sich Kapitel 2 auf F&E-Aktivitäten Schweizer Unternehmen im Ausland, Kapitel 3 beschreibt die Motive solcher Aktivitäten. Kapitel 4 ist der Analyse von F&E-Aufträgen im Ausland von Schweizer Firmen, Kapitel 5 der Analyse von F&E-Kooperationen mit ausländischen Partnern gewidmet. Kapitel 6 befasst sich mit den Patenten Schweizer Firmen mit mindestens einem Ko-Erfinder im Ausland. Der ökonomische Teil der Studie beginnt mit Kapitel 7. Dort untersuchen wir in einem ersten Schritt die Auswirkungen von Wissensaktivitäten mit ausländischer Beteiligung auf die Anzahl inländischer Patentaktivitäten anderer Unternehmen. In einem weiteren Schritt (Kap. 8) werden wir feststellen, ob die Innovationsleistung, gemessen am kommerziellen Erfolg neuer Produkte, und die Produktivität eines Unternehmens (Kap. 9) vom Wissenskapital beeinflusst ist. Auch hier unterscheiden wir zwischen Wissensakkumulation mithilfe von Erfindern im Ausland und Wissensakkumulation, die ausschliesslich auf inländischem Wissen beruht.

Wir bedanken uns bei Frau **Birte Gernhardt** für ihre ausgezeichnete Unterstützung bei der deskriptiven Analyse und bei den Layout-Arbeiten.

# Deskriptiver Teil

## Überblick der deskriptiven Auswertung

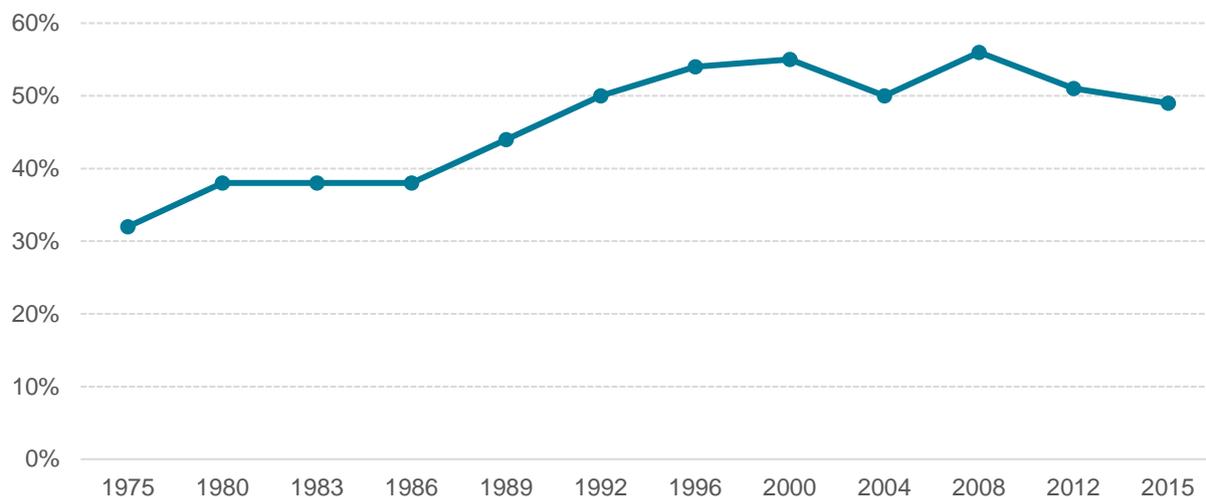
Das Datenmaterial der KOF liefert eine Reihe von Indikatoren, die Rückschlüsse auf die Entwicklung der ausländischen F&E Aktivitäten Schweizer Firmen zulässt. Der folgende Kasten liefert einen Überblick über die Fülle an Informationen, die im deskriptiven Teil dieser Studie analysiert werden. Im Haupttext befinden sich ausschliesslich Graphiken, die wesentliche Punkte zusammenfassen. Im Anhang findet sich das ausführliche Datenmaterial. Die Tabellenhinweise im folgenden Kasten beziehen sich auf den Anhang.



## 2. F&E im Ausland

Schweizer Unternehmen investierten im Jahre 2015 15.3 Mrd. CHF (2012: 14.6 Mrd.) in F&E. Hinzu kommen 2.3 Mrd. CHF für F&E-Aufträge im Ausland (siehe BFS 2017). Seit Mitte der achtziger Jahre hat sich in der Schweiz der Prozess des Aufbaus von F&E-Aktivitäten im Ausland beschleunigt, wobei ein Grossteil der zugrundeliegenden Investitionen von der pharmazeutischen Industrie getätigt wurde. Abb. 2.1. zeigt, wie sich der Anteil der F&E-Ausgaben im Ausland an den Gesamtaufwendungen für F&E des privaten Sektors seit den siebziger Jahren entwickelt hat. Dieser Anteil betrug 1975 noch ca. 33%, erhöhte sich 2008 auf einen maximalen Wert von ca. 57%, um sich anschliessend um das 50%-Niveau zu stabilisieren. Jeder zweite Franken also, den die Privatwirtschaft für F&E ausgibt, wird im Ausland investiert. Die Tendenz der Steigerung der Auslandinvestitionen in F&E ist auch bei anderen technologisch hochentwickelten Ländern wie den USA, Deutschland und Schweden in den letzten 15 Jahren anzutreffen (Belitz 2017). Speziell in Deutschland erhöhte sich in der gleichen Periode auch der Anteil der Auslandinvestitionen an den Gesamtinvestitionen in F&E von 30% auf 35%, bei den anderen zwei Ländern verlief die Entwicklung der F&E-Ausgaben im Inland und im Ausland parallel (Belitz 2017).

**Abb. 2.1. Anteil der F&E-Aufwendungen im Ausland an allen intramuros F&E-Aufwendungen der Privatwirtschaft in %**



Quelle: BFS

Seit 2002 erhöhte sich der Anteil der F&E-treibenden Unternehmen, die F&E-Aktivitäten im Ausland aufweisen, von 10% im Jahr 2002 auf 18% im Jahr 2015 (Abb. 2.2.A).<sup>1</sup> Allerdings ging im gleichen Zeitraum der Anteil der F&E-treibenden Firmen von ca. 30% auf ca. 14% zurück (Arvanitis et al. 2017). Es ergibt sich also das Bild einer gegenläufigen Entwicklung der F&E-Neigung im Inland und im Ausland: Der Anteil der F&E-treibenden Firmen im Inland nahm stark ab, wohingegen bei den Firmen, die F&E treiben, im Zuge der beschleunigten Internationalisierung (auch) der Wissensgenerierung der Anteil von Firmen, die F&E im Ausland treiben, tendenziell zunimmt.

Die Teilsektoren der Industrie weisen einen Höchstwert von 24% (Hightech) bzw. 18% (Lowtech) im Jahr 2005 bzw. 2008 auf. Seitdem ist in beiden Teilsektoren eine leicht rückläufige Tendenz festzustellen, die auch im Einklang mit der Entwicklung des Anteils der F&E-Ausgaben im Ausland in Abb. 2.1 steht. Generell sind die Angaben zur Industrie zuverlässiger als bei den Dienstleistungen, für welche nur wenige Beobachtungen vorhanden sind. Bei den modernen Dienstleistungen ist seit 2008 ebenfalls

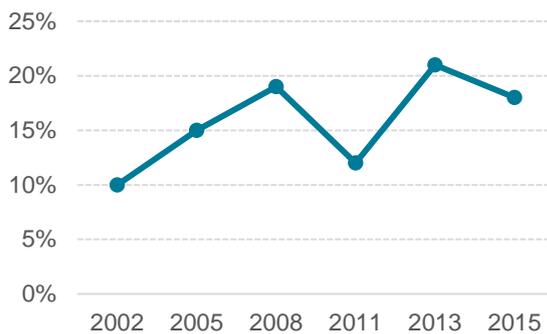
<sup>1</sup> Alle nun bis einschliesslich Kapitel 5 folgenden Zahlen basieren - sofern nicht anders angegeben - auf Auswertungen des KOF-Innovationspanels.

eine rückläufige Tendenz zu beobachten. Nicht plausibel, da sie im Gegensatz zum allgemeinen Entwicklungsmuster steht, ist hingegen die starke Zunahme des Anteils der im Ausland F&E-treibenden Firmen im Teilsektor der traditionellen Dienstleistungen (Abb. 2.2.F).

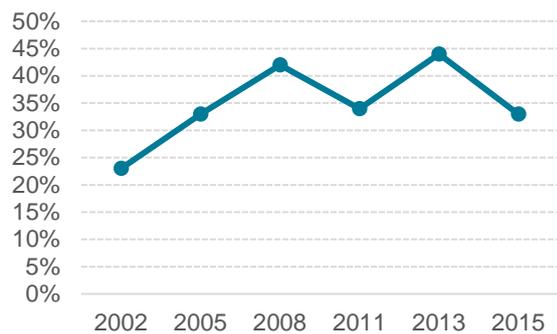
Wie der Abb. 2.2.B entnommen werden kann, ist das Entwicklungsmuster insgesamt hauptsächlich von den F&E-Auslandaktivitäten der grossen Unternehmen geprägt.<sup>2</sup> Eine über die Zeit steigende Tendenz zeigt sich auch bei den mittelgrossen und kleinen Unternehmen, wobei die Anteile merklich niedriger als bei den grossen Firmen sind (grosse Firmen: 33%, mittelgrosse Firmen: 22%, kleine Firmen: 14% im Jahr 2015; Tabelle A.2.1. im Anhang).

**Abb. 2.2. F&E-Aktivitäten im Ausland über die Zeit (Anteil in % der F&E-treibenden Firmen)**

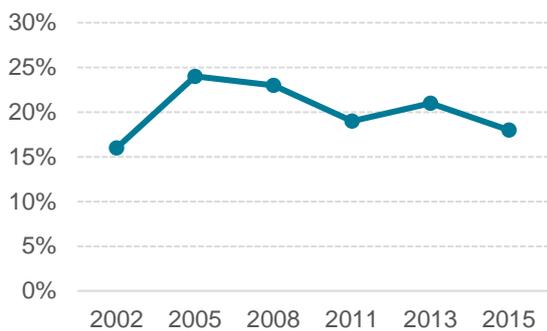
A: Total



B: Grosse



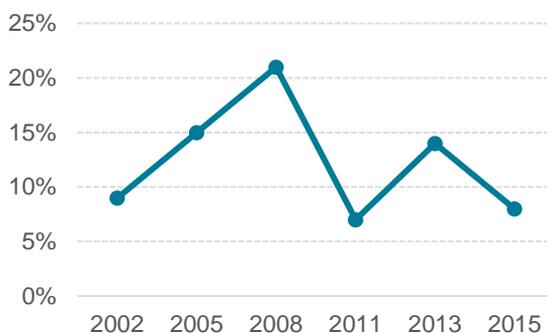
C: Hightech



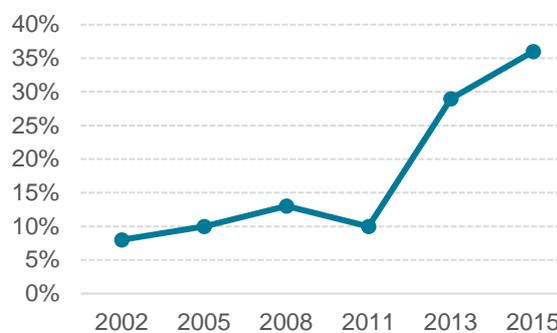
D: Lowtech



E: Moderne Dienstleistung



F: Traditionelle Dienstleistung



<sup>2</sup> Der Knick im Jahr 2011 in den Abb. 2.2.A und 2.2.B ist offenbar auf den entsprechenden starken Knick bei den modernen Dienstleistungen in Abb. 2.2.E zurückzuführen.

Gemäss den Firmenangaben sind die Länder der Europäischen Union die Hauptdestination von F&E-Investitionen im Ausland (2015: 84% der im Ausland F&E-treibenden Firmen), gefolgt von den USA und Kanada (2015: 29%). Der EU-Anteil blieb annähernd konstant über die Zeit, während jener von USA/Kanada von 14% (2002) auf 29% (2015) gestiegen ist (Tabelle A.2.2. im Anhang).

## 3. Motive der F&E-Aktivitäten im Ausland

Welche Bedeutung den einzelnen Motiven bzw. Motivgruppen für Investitionen in F&E im Ausland zukommt, lässt sich den Abb. 3.1. und 3.2. entnehmen. Im Jahr 2015 waren die Kosten-/Ressourcen-Motive „bessere Verfügbarkeit von F&E-Personal“ (41% der im Ausland F&E-treibenden Firmen) und „niedrigere F&E-Kosten“ (43%) die am häufigsten genannten Motive, gefolgt von den Wissensmotiven „Nähe zu innovativen Firmen“ (34%) und „Wissenstransfer in die Schweiz“ (28%). Erst an 5. Stelle wurde das Motiv „Unterstützung von Produktion/Verkauf“ genannt. Am wenigstens häufig wurden die Motive „Nähe zu Universitäten (17%), auch ein Wissensmotiv, und „stärkere öffentliche Förderung von F&E“ (22%), ein weiteres Kosten-/Ressourcen-Motiv, gemeldet.

Das Motivmuster im Jahr 2015 hat sich jedoch gegenüber 2002 verändert. Bei den zwei ersten Wissensmotiven in Abb. 3.1. stellt man eine Abschwächung seit 2008 fest, das dritte Wissensmotiv schwankt über die Zeit zwischen 25% und 30%. Eine ähnliche Tendenz ist auch beim Absatzmotiv bereits seit 2005 zu verzeichnen. Eine gegenläufige Tendenz findet man etwa seit 2008 für die zwei ersten Kosten-/Ressourcen-Motive, auf niedrigem Niveau auch für das dritte Motiv dieser Kategorie.<sup>3</sup>

Abb. 3.2. erlaubt uns einen Überblick über die starke Veränderung der Motivstruktur über die Zeit. Die Wissens- und das Absatzmotive verlieren seit 2008 bzw. 2011 an Bedeutung, dafür nimmt seit 2008 die Bedeutung des Kosten-/Ressourcen-Motivs stark zu. Das Kosten-/Ressourcen-Motiv übertrifft im Jahr 2015 bei Weitem das bis 2008 dominante Wissensmotiv. Das hat Konsequenzen bezüglich der Einschätzung der Relation zwischen den inländischen und den ausländischen F&E-Aktivitäten (Substitutions- versus Komplementaritätsthese; siehe dazu Hollenstein 2009 und Arvanitis/Hollenstein 2011). Starke Wissens- und Absatzmotive sprechen eher für Komplementarität zwischen den inländischen und den ausländischen F&E-Aktivitäten, starke Kosten- und Absatzmotive eher für eine Substitutionsrelation. Nach diesem Interpretationsschema hat sich seit 2002 die Lage stark von Komplementarität zu Substitutionalität verschoben, was sich als ungünstig für die künftige Entwicklung des Schweizer F&E-Standorts erweisen könnte. Der Hauptgrund für diese Verschiebung scheint die Wahrnehmung seitens

### Aggregierte Motive

#### Wissensmotiv:

- Nähe zu Hochschulen
- Nähe zu innovativen Unternehmen
- Wissenstransfer in die Schweiz

#### Absatzmotiv:

- Unterstützung von Produktion/Verkauf im Ausland

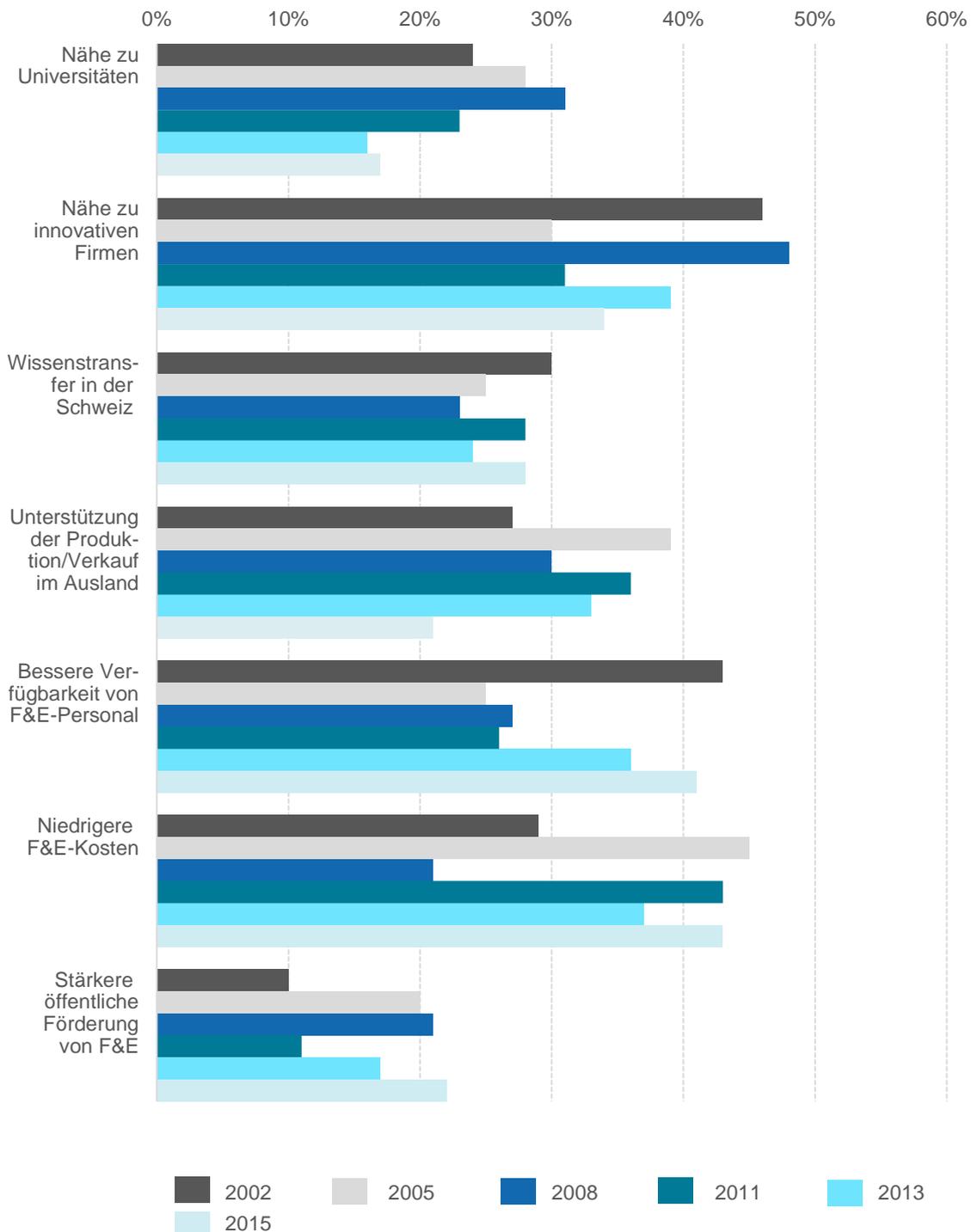
#### Ressourcen-/Kosten-Motiv:

- Bessere Verfügbarkeit von F&E-Personal
- Niedrigere F&E-Kosten
- Stärkere öffentliche Förderung von F&E

<sup>3</sup> Detailliertere Angaben zu den einzelnen Motiven nach Teilsektoren und Grössenklassen finden sich in den Tabellen A.3.1. und A.3.2. im Anhang.

der Unternehmen von höheren F&E-Kosten und der nicht ausreichenden Verfügbarkeit von F&E-Personal zu sein, trotz Freizügigkeitsabkommen mit der EU. Analoge Erklärungen bieten sich auch für die Abnahme des Anteils der F&E-treibenden Firmen im Inland an (siehe dazu Arvanitis et al. 2016).

**Abb. 3.1. Motive für F&E-Aktivitäten im Ausland über die Zeit (Anteil in % der im Ausland F&E-treibenden Firmen, welche die Werte 4 oder 5 auf einer 5-stufigen Likert-Skala melden)**

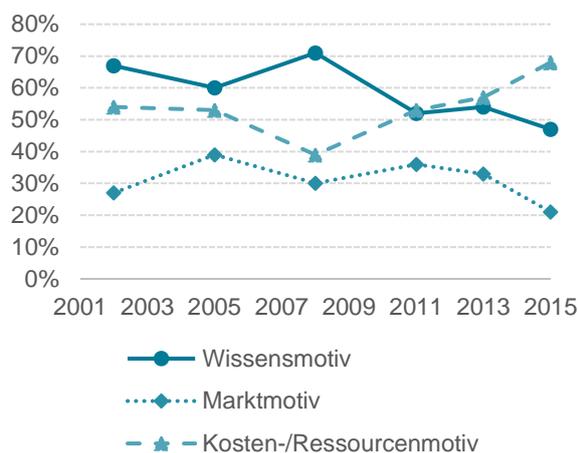


Es gibt markante Unterschiede bezüglich der Häufigkeit der Bedeutung der drei Motivkategorien zwischen den Teilsektoren der Industrie wie auch zwischen den Grössenklassen (Tabellen A.3.4. und A.3.5. im Anhang), die z.B. durch die Angaben für das Jahr 2015 illustriert werden können. 60% der Hightech-Firmen aber nur 32% der Lowtech-Firmen melden die Wissensmotive als wichtig bzw. sehr wichtig für ihre F&E-Auslandsaktivitäten. Beim Absatzmotiv betragen diese Anteile 41% (Hightech) bzw. 31% (Lowtech). Im Gegensatz zu diesen ersten Motivkategorien unterscheiden sich die Angaben für

die Hightech- und Lowtech-Industrie kaum voneinander, wenn es sich um die Kosten-/Ressourcen-Motive handelt: 61% (Hightech) versus 64% (Lowtech). Offenbar ist das Kosten-/Ressourcen-Problem gleich relevant für beide Teilsektoren, während das Wissensmotiv erwartungsgemäss primär für die Hightech-industrie wichtig ist. Nach Grössenklassen betrachtet stellt man fest, dass die Wissensmotive und das Absatzmotiv hauptsächlich für die grossen Firmen von merklich grösserer Bedeutung sind als für die KMU (2015: 65% bei den grossen Firmen versus 45% bei den KMU beim Wissensmotiv bzw. 48% versus 18% beim Absatzmotiv). Im Kontrast dazu sind die Kosten-/Ressourcen-Motive für die KMU relevanter als für die grosse Firma, die über einen grösseren finanziellen Spielraum verfügen (56% bei den grossen Firmen versus 70% bei den KMU).

Bei F&E-Investitionen in den EU-Ländern und in Nordamerika (USA/Kanada) sind die Wissensmotive und die Kosten-Ressourcen-Motive (2015: 56% bzw. 62%; Tabelle A.3.6. im Anhang) wichtiger als das Absatzmotiv (2015: 12%). Für sonstige Destinationen (primär Asien) sind die Kosten-/Ressourcen-Motive (78%) – wie erwartet – wichtiger als die Wissensmotive (2015: 43%) und das Absatzmotiv (2015: 49%). Über die Zeit haben für beide Ländergruppen die Wissensmotive an Bedeutung verloren, das Absatzmotiv auch für EU/Nordamerika. Dagegen sind die Kosten/Ressourcen-Motive für beide Ländergruppen sowie das Absatzmotiv für Asien wichtiger geworden.

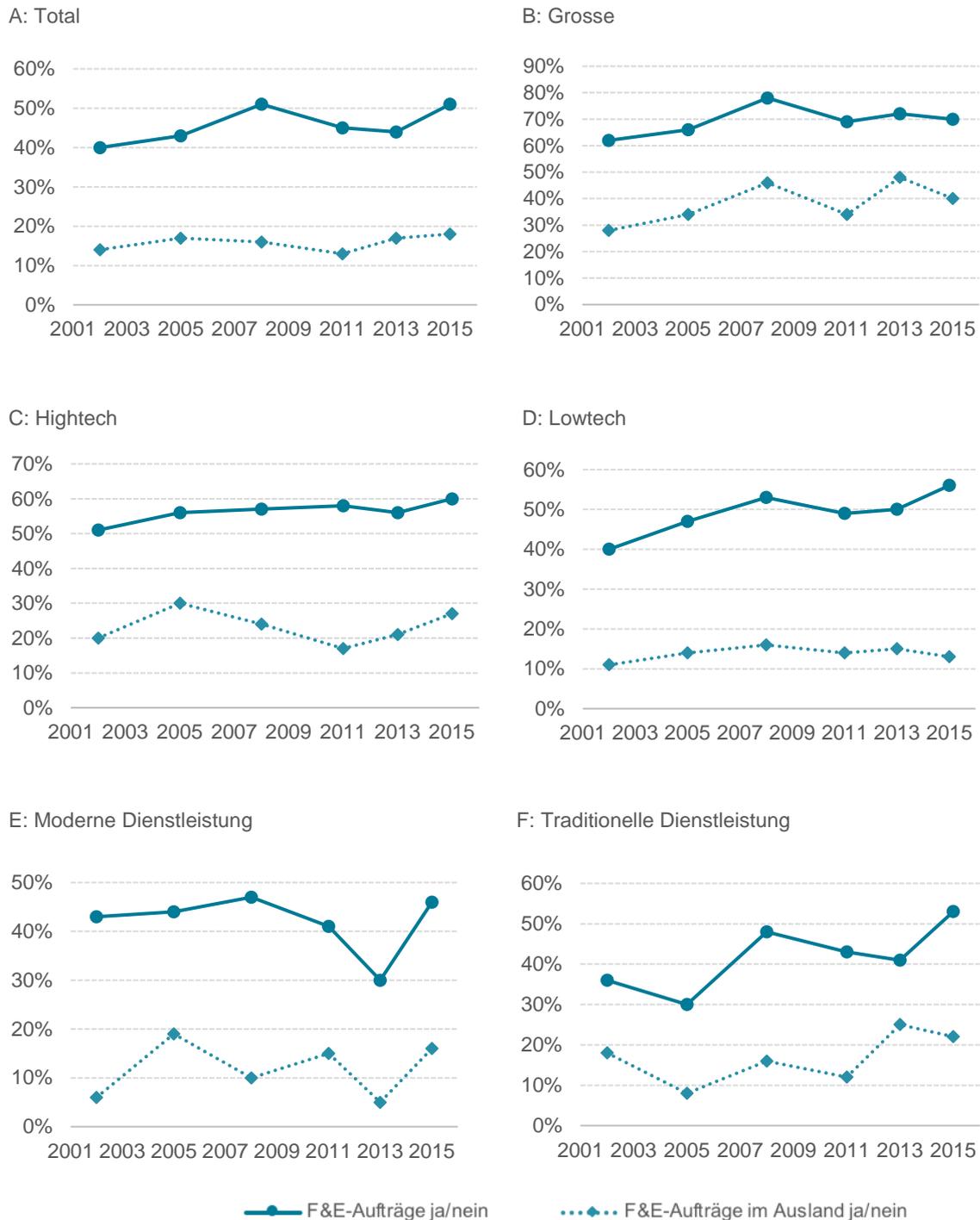
**Abb. 3.2. Aggregierte Motive für F&E-Aktivitäten im Ausland über die Zeit (Anteil in % der im Ausland F&E-treibenden Firmen, welche die Werte 4 oder 5 auf einer 5-stufigen Likert-Skala melden)**



# 4. F&E-Aufträge im Ausland

F&E-Aufträge (extra muros F&E) können substitutiv (Outsourcing von Teilen der F&E-Aktivitäten) oder komplementär zu den intra muros F&E-Aktivitäten sein. Während F&E-Aktivitäten im Ausland meist einen eigenen Standort oder ein Forschungslabor am ausländischen Standort beinhalten, sind Aufträgen Externe (Firmen oder Hochschulen) beteiligt, an die die Aufträge vergeben werden.

**Abb. 4.1. F&E-Aufträge im Ausland über die Zeit (Anteil in % der F&E-treibenden Firmen)**



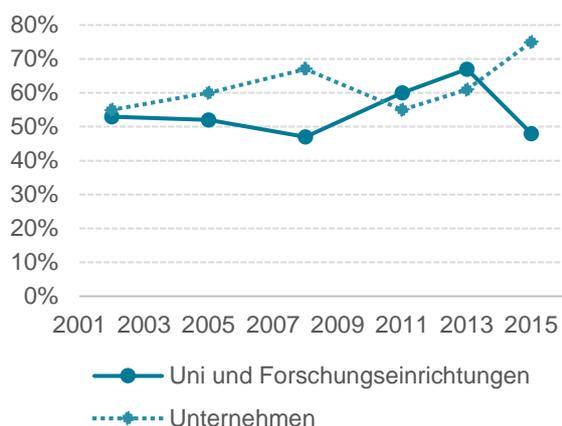
Angesichts der kleinen Grösse des inländischen „Wissensmarkts“ in der Schweiz ist es für die Entwicklung des schweizerischen F&E-Standorts bedeutend zu wissen, wie angewiesen das Land auf Wissen von «Externen» ist. Dies ist eine wichtige Frage, z.B. auch im Hinblick auf die Entwicklung der Beziehungen zur EU.

In der Periode 2000-2015 haben sich die Aufwendungen für externe F&E-Aufträge von 1733 auf 5731 Mio. Fr. verdreifacht (Economiesuisse/BFS 2017). Diese starke Steigerung der Ausgaben im F&E-Outsourcing ist primär auf die Versuche vieler Unternehmen - insbesondere im Pharma-Bereich - zurückzuführen ihre F&E-Budgets zu optimieren, sei es durch Auslagerung von Forschungsprojekten im Grundlagenbereich (an Forschungsinstitutionen) oder durch technische Vorleistungen, die von spezialisierten Firmen effizienter bereitgestellt werden können. Ein bedeutender Anteil dieser Aufträge wird an ausländische Unternehmen und/oder wissenschaftliche Institutionen vergeben. Dieser Anteil nahm zwischen 2000 und 2015 von 66% auf 88% zu.

Rund 50% der F&E-treibenden Firmen vergaben 2015 externe F&E-Aufträge (Abb. 4.1.A). 2002 betrug dieser Anteil 40%. Diese Zunahme um 10 Prozentpunkte ist wesentlich geringer als die wertmässige Zunahme der Aufträge, was auf eine Konzentration bei relativ wenigen Firmen als Auftraggeber hinweist. Der Anteil der Unternehmen mit F&E-Aufträgen im Ausland an den F&E-treibenden Firmen betrug im Jahr 2015 rund 19%, d.h. der Anteil der Firmen mit F&E-Aufträgen im Ausland am Total der Firmen mit F&E-Aufträgen betrug 38% (Abb. 4.1.A). Dieser Anteil variierte nur geringfügig über die Zeit um den Mittelwert von 38% (Tabelle A.4.1. im Anhang). Auch bei den Auslandsaufträgen ist der wertmässige Anteil an allen F&E-Aufträgen viel stärker angestiegen als der Anteil der Firmen, die solche Aufträge vergeben haben.

Die Unterschiede in Bezug auf die Anteile von Auslandsaufträgen zwischen den Teilsektoren sind nicht gross. Die entsprechenden Anteile schwanken im Durchschnitt über die Zeit um Mittelwerte zwischen 31% und 44% (Abb. 4.1.C bis 4.1.F; Tabelle A.4.1. im Anhang). Systematischer sind die Unterschiede zwischen den Grössenklassen: der höchste Anteil ist bei den grossen Firmen anzutreffen (Durchschnitt über die Zeit: 56%), gefolgt von den mittelgrossen (43%) und an dritter Stelle von den kleinen Firmen (33%) (Tabelle A.4.1. im Anhang).

**Abb. 4.2. F&E-Aufträge im Ausland an Universitäten/Forschungseinrichtungen und an Unternehmen (Anteil in % der Firmen mit F&E-Aufträgen im Ausland; mehrfache Meldungen möglich)**



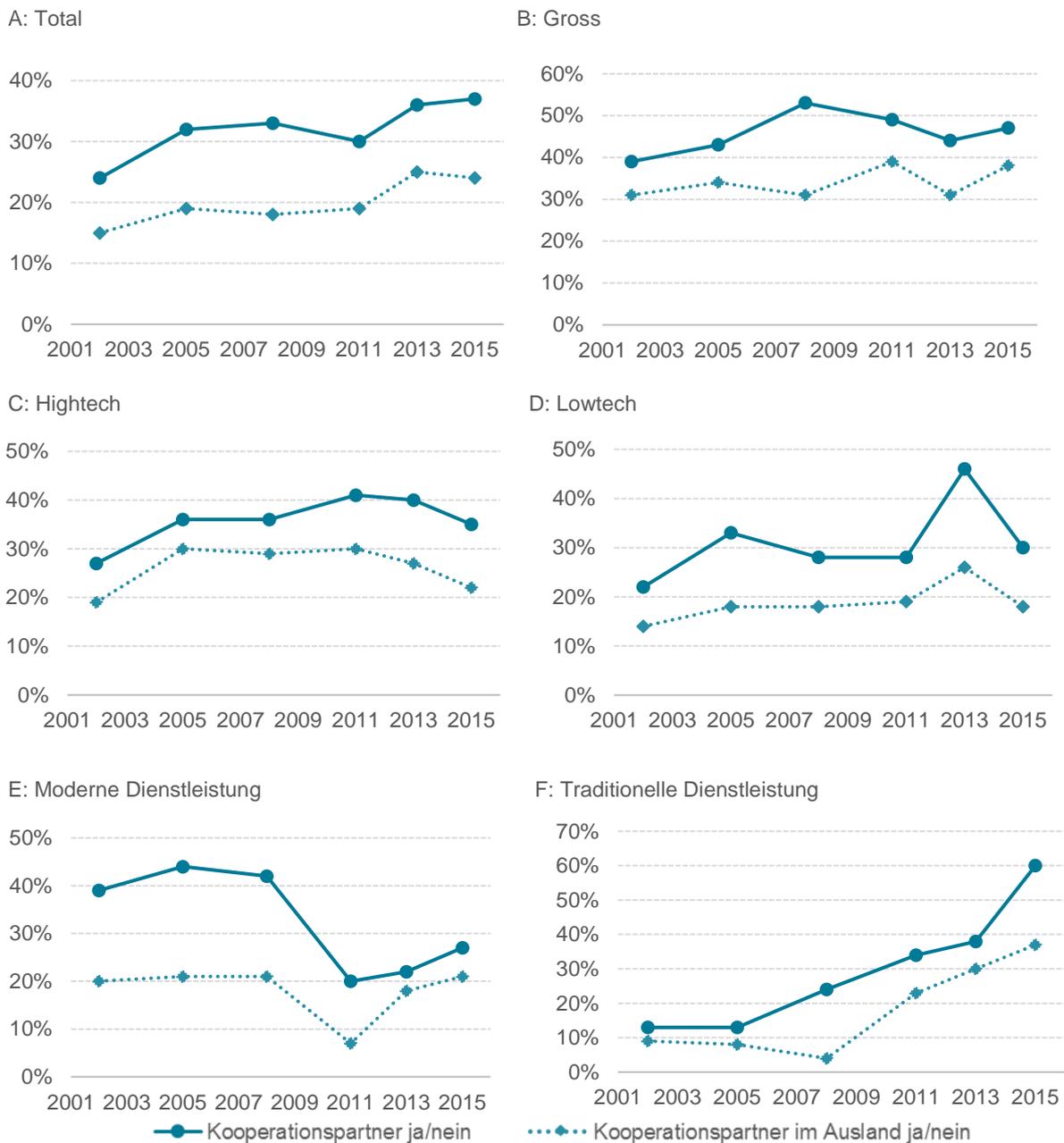
Externe F&E-Aufträge im Ausland werden sowohl an Universitäten/Forschungseinrichtungen als auch an Unternehmen vergeben. Über die Zeit gingen im Durchschnitt 55% der Aufträge an wissenschaftliche Institutionen und 62% an Unternehmen (Abb. 4.2.). Es gibt praktisch keine Unterschiede bezüglich der Auftragsverteilung auf Firmen und Universitäten in den beiden Industrieteilsektoren (Tabelle A.4.2. im Anhang). Firmen der modernen Dienstleistungen sind im Vergleich zu Firmen in den traditionellen Dienstleistungen noch schwächer vertreten hinsichtlich der Aufträge an wissenschaftliche Institutionen

- dafür stärker als die traditionellen Dienstleister hinsichtlich der Aufträge an Firmen. Signifikante Unterschiede bestehen zwischen grossen Unternehmen und KMU nur bezüglich der Vergabe von F&E-Aufträgen an Universitäten/Forschungseinrichtungen, nicht aber bei der Vergabe an Firmen (Tabelle A.4.3. im Anhang): Grosse Firmen vergeben mehr Aufträge an die Wissenschaft als die KMU.

## 5. F&E-Kooperationen im Ausland

Die Generierung von neuem Wissen verursacht positive Externalitäten zugunsten von anderen Unternehmen, die von diesem Wissen profitieren können ohne dafür bezahlen zu müssen. Solche Externalitäten versuchen die betroffenen Unternehmen zum Teil durch (formelle, also vertragliche) F&E-Kooperationen zu internalisieren. Weitere wichtige Motive für F&E-Kooperationen sind die Teilung von tech-

**Abb. 5.1. F&E-Kooperationen insgesamt und im Ausland über die Zeit (Anteil in % der F&E-treibenden Firmen)**



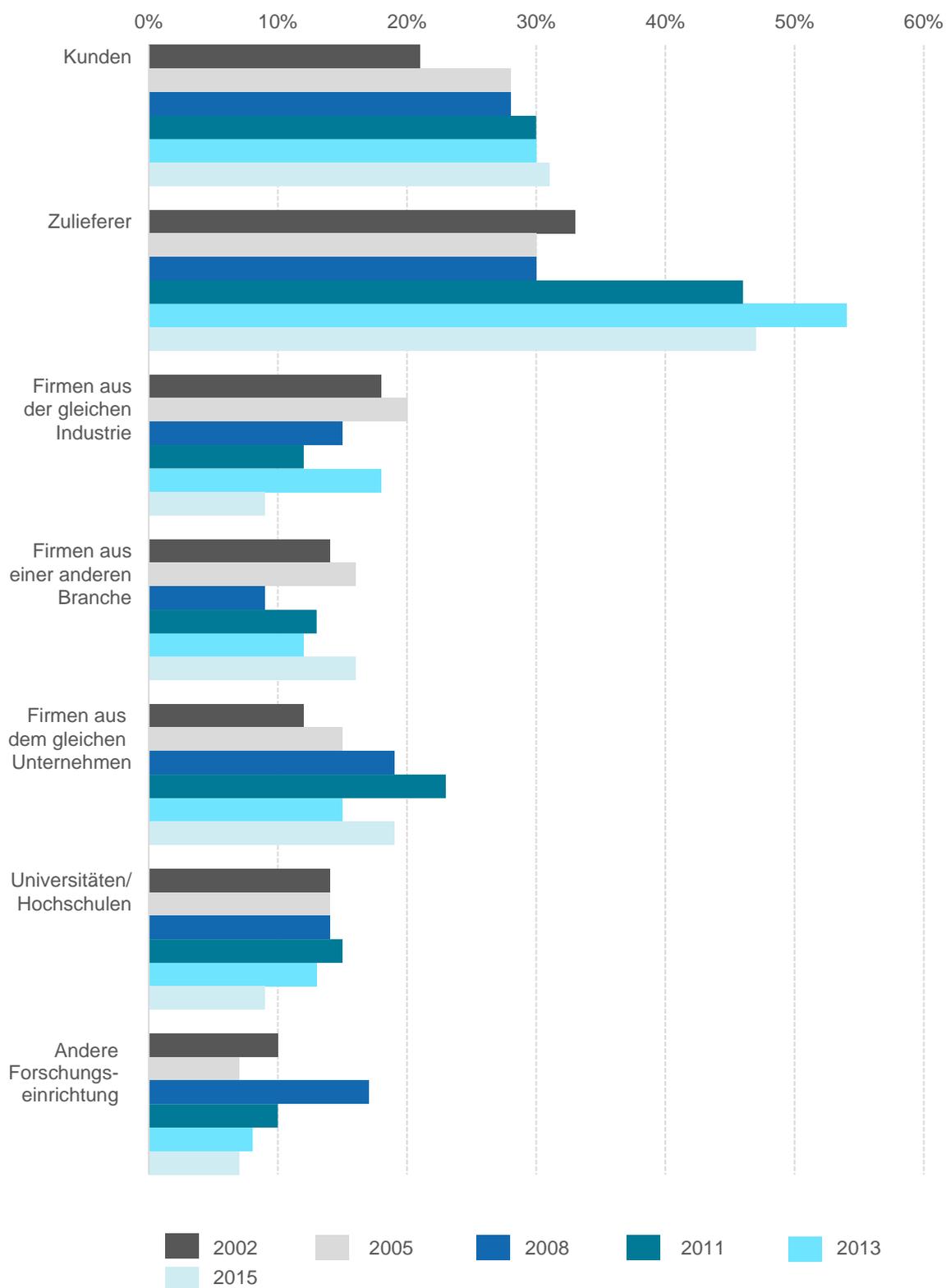
nologischen Risiken, die Teilung von Kosten, die Verkürzung von Entwicklungszeiten, die Nutzung von Synergien von F&E-Aktivitäten, die Möglichkeit des Zugangs zu spezialisierten Technologien sowie die Beanspruchung von staatlichen Fördermitteln, die oft F&E-Kooperationen als Bedingung für die Förderung verlangen.

Im Jahr 2015 wiesen ca. 36% der F&E-treibenden Unternehmen F&E-Kooperationen auf, davon rund zwei Drittel, also 24% der F&E-treibenden Firmen, Kooperationen mit ausländischen Partnern (Abb. 5.1.A und Tabelle A.5.1 im Anhang). Das Verhältnis von ausländischen zu inländischen Kooperationen variierte über die Zeit relativ geringfügig zwischen 55% und 65%. Daher verlief die Entwicklung des Anteils ausländischer Kooperationen praktisch parallel zu jener der Kooperationen insgesamt. Generell ist eine steigende Tendenz festzustellen, insbesondere nach 2011. Bis 2011 ist der Anstieg auf die Hightech-Industrie und die traditionellen Dienstleistungen zurückzuführen (Abb. 5.1.C und 5.1.F). Seit 2011 hat sich dieses Muster verändert. Die Zunahme kommt nun primär von den Dienstleistungsteilsektoren sowie aus der Lowtech-Industrie (Abb. 5.1.D). Dagegen ist bei der Hightech-Industrie ab 2011 eine Anteilsabnahme zu verzeichnen. Relativ grosse Unterschiede bestehen zwischen den grossen Firmen und den KMU. Die grossen Firmen weisen signifikant mehr F&E-Kooperationen mit ausländischen Partnern auf (Abb. 5.1.B und Tabelle A.5.1. im Anhang). Im Jahr 2015 betrug der Anteil der F&E-Kooperationen im Ausland 80% bei den grossen Firmen und 64% bei den KMU. Der weitaus grösste Teil der Kooperationen im Ausland bezieht sich auf Länder der EU (2015: 85%), an zweiter Stelle kommt Nordamerika (USA/Kanada) (2015: 32%). Insgesamt erweisen sich F&E-Kooperationen im Ausland, genau wie F&E-Aufträge an ausländische Partner, als sehr wichtige Wissensquellen für die Schweizer Wirtschaft.

### **Kooperationspartner**

Erhoben wurden Angaben zu sieben Kategorien von Kooperationspartnern (Abb. 5.2. und Tabelle A.5.2. im Anhang). Bei Kooperationen insgesamt wie aber auch bei den Auslandskooperationen sind Zulieferer (2015: 47% der Firmen mit Auslandskooperationen) und Kunden (2015: 31%), also die vertikale Kooperation, die mit Abstand wichtigsten Partnerkategorien. An dritter Stelle kommt die Kooperation mit Firmen der gleichen Unternehmensgruppe (19%), also ausländische Filialen des Schweizer Mutterhauses, dicht gefolgt von Firmen aus anderen Branchen (16%). Die horizontale Kooperation mit Unternehmen der gleichen Branche ist schwach vertreten (9%), so auch die Kooperation mit wissenschaftlichen Institutionen (Universitäten: 9%, andere Forschungseinrichtungen: 7%). Über die Zeit betrachtet ist die steigende Tendenz seit 2011 bei den Zulieferern sowie die moderat fallende Tendenz bei den Firmen aus der gleichen Industrie sowie bei den wissenschaftlichen Institutionen auffallend.

**Abb. 5.2. F&E-Kooperationen im Ausland nach Partnerkategorien (Anteil in % der Firmen mit F&E-Kooperationen im Ausland)**



# 6. Patentaktivitäten im Ausland und Patentzitationen

Patente dienen als Indikator des intermediären Innovationsoutputs eines Unternehmens. Patentiert wird eine Erfindung, die im F&E-Prozess entwickelt wurde, die voraussichtlich als Basis für ein neues Produkt (Produktinnovation) oder eines neuen Prozesses (Prozessinnovation) dienen kann. Die Patentschriften enthalten nicht nur eine Beschreibung der dem Patent zugrundeliegenden Erfindung, sondern auch (a) Information über alle an der Erfindung Beteiligten und (b) Angaben zu anderen patentierten Erfindungen (Patentzitationen), die technologisch verwandt sind und Wissen enthalten, welches für die Entwicklung der dem Patent zugrundeliegenden Erfindung von Relevanz sind. r

## 6.1. Patente mit mindestens 1 ausländischem Ko-Erfinder

Die Patentschriften enthalten zum Teil Informationen zu den Wohnadressen der Erfinder. Anhand dieser Information kann zwischen Erfindern im Inland und Ausland unterschieden werden.<sup>4</sup> Diese Information erlaubt eine Einschätzung des Ausmasses des aus dem Ausland stammenden Wissen, welches in Kombination mit dem inländischen Wissen zu einer bestimmten patentierten Erfindung geführt hat. Somit erhalten wir die Möglichkeit, die Relevanz des ausländischen Wissens aus der ganzen Welt und für alle möglichen Technologiebereiche für die inländische Innovationsleistung zu erfassen.

Bei der Identifikation der ausländischen Erfinder auf der Basis der Wohnadresse stellt sich die Frage der Korrektur für die Grenzgänger (nach der Terminologie der Schweizer Migrationsbehörden), also für die Erfinder, die in der Schweiz arbeiten, aber im benachbarten Ausland wohnen. Diese sind zu unterscheiden von ausländischen Erfindern, die im Ausland arbeiten, z.B. bei ausländischen Töchtern Schweizer Unternehmen oder bei ausländischen Kooperationspartnern Schweizer Unternehmen, mit denen zusammen Patente entwickelt werden. Wir haben die Anzahl von Grenzgängern auf Basis der Verteilung von Geokoordinaten geschätzt. Obwohl der Anteil potentieller Grenzgänger durchaus ins Gewicht fällt (Deutschland ca. 12% der Erfinder, Frankreich ca. 16%, Italien ca. 12% und Österreich immerhin 24% im Jahr 2010) und daher möglicherweise zu einer Überschätzung von Aktivitäten von Erfindern im Ausland führen kann, zeigt ein Vergleich mit der deskriptiven Auswertung unter Ausschluss von möglichen Grenzgänger-Patenten, dass die Ergebnisse nicht signifikant beeinflusst werden.<sup>5</sup>

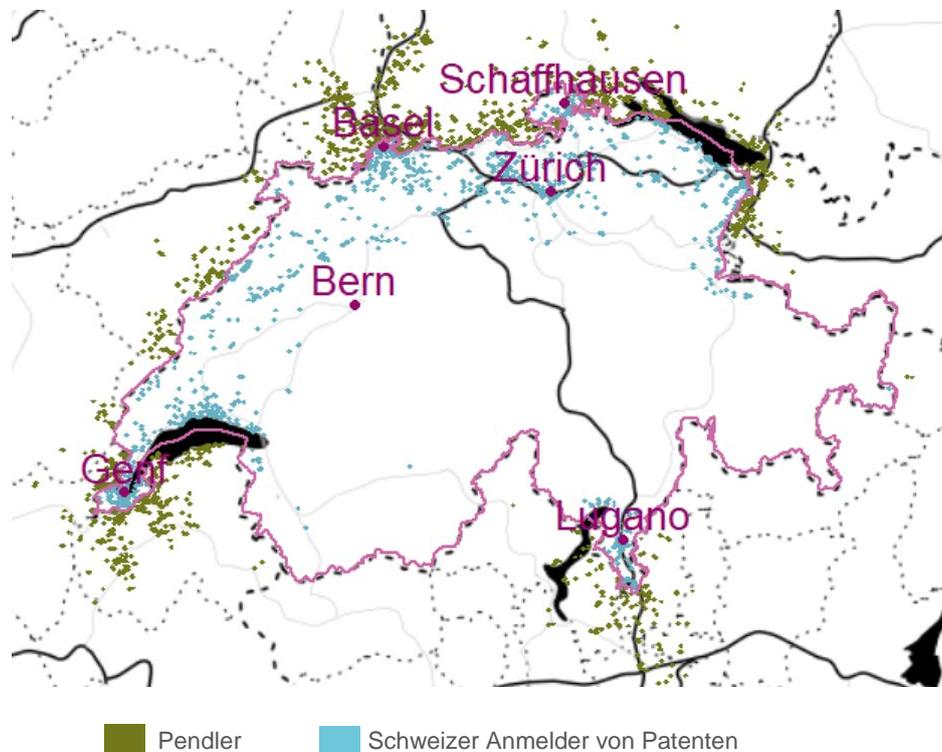
Abb. 6.1. zeigt eine Karte der Schweiz und ihrer Nachbarländer. Die Punkte stellen die Geokoordinaten von Schweizer Anmeldern und Erfindern im Ausland, die höchstens 50km voneinander entfernt sind dar. Wir gehen davon aus, dass diese Erfinder potentielle Grenzgänger («Pendler») sind, da zumindest auf deutscher, österreichischer und französischer Seite keine grösseren Metropolregionen mit vielen Grossunternehmen und Universitäten in unmittelbarer Grenznähe sind, wo diese Hochqualifizierten beschäftigt werden könnten. Auch ist davon auszugehen, dass 50km eine geeignete Höchstgrenze darstellt, da die wenigsten Pendler einen noch längeren Arbeitsweg in Kauf nehmen dürften. Allerdings

<sup>4</sup> Auf Basis der Wohnadresse ist es nicht möglich, die Nationalität eines Erfinders zu bestimmen. Da die Länderangaben für relativ viele Patente in unserer Datenbank fehlen, imputieren wir fehlende Angaben durch Familienverbindungen. Eine Patentfamilie umfasst Patentanmeldungen in verschiedenen Jurisdiktionen. In vielen Fällen ist es möglich, fehlende Informationen aus Anmeldungen bei anderen Patentämtern zu gewinnen. Das Verfahren ist bei de Rassenfosse et al. (2013) beschrieben.

<sup>5</sup> Diese Ergebnisse werden in diesem Bericht aus Platzgründen nicht gezeigt. Für den Anteil Patenten mit *nur Erfindern in der Schweiz* beträgt die Differenz im Jahr 2014 ca. 2.6 Prozentpunkte, das bedeutet bei Ausschluss von Patenten mit möglichen Grenzgängern steigt der Anteil um 2.6 Prozentpunkte. Der Anteil für Patente mit ausländischer Beteiligung fällt im selben Ausmass. Der Anteil für Patente mit deutscher Erfinderbeteiligung fällt um 1.4 Prozentpunkte. Die Geokoordinaten wurden auf Basis der Adressinformationen mit automatisierten Abfragen beim GoogleMaps API ermittelt. Wir danken an dieser Stelle dem Schweizerischen Nationalfonds, der das Projekt zur Ermittlung der Geokoordinaten von weltweiten Patentadressen finanziert (Gemeinschaftsprojekt von KOF und dem Chair of Innovation and IP Policy, EPFL, Gaétan de Rassenfosse).

stellt diese Definition eine Obergrenze dar, d.h. wir identifizieren mit diesem Verfahren vermutlich mehr Grenzgänger als es tatsächlich gibt, da nicht auszuschliessen ist, dass die so definierten Grenzgänger doch im Ausland arbeiten (z.B. für Kleinunternehmen oder als Selbständige).

**Abb. 6.1. Karte der Schweiz und ihrer Nachbarländer mit möglichen Pendlern (Erfinder haben Wohnsitz im Nachbarland und sind höchstens 50km vom Schweizer Patentanmelder entfernt) und den dazugehörigen Schweizer Patentanmeldern.**



Im Folgenden werden Patentfamilien Schweizer Anmelder mit mindestens einem ausländischem Erfinder analysiert.<sup>6</sup> 81% dieser Patente weisen 2014 Ko-Erfinder aus den EU-Ländern auf, 17.4% Partner aus Nordamerika (USA/Kanada) (Tabelle A.6.1. im Anhang).<sup>7</sup> Während der Periode 2002-2014 hat der EU-Anteil um ca. 8 Prozentpunkte zugenommen, während jener Nordamerikas um rund 9 Prozentpunkte abgenommen hat. Abb. 6.2. zeigt die Entwicklung des Anteils der Patente mit Erfindern aus Deutschland, Frankreich und Schweden am Gesamtbestand dieser Patentkategorie für die Periode 2002-2014. Es sind die höchsten Anteile unter den 10 Vergleichsländern, die in dieser Studie berücksichtigt werden (siehe Tabelle A.6.2. im Anhang für Angaben für alle 10 Länder). Der Anteil Deutschlands beträgt 2014 rund 30%, derjenige Frankreichs 23% und jener Schwedens ca. 8%. Bei den restlichen Ländern ist dieser Anteil merklich niedriger.

Über die Zeit ist seit 2008 ein klarer Trend der Abnahme des Anteils der Erfinder in Deutschland (2008: Höchstanteil von 38%) zu beobachten. Während der gesamten Periode 2002-2014, besonders aber seit 2008, nahm der französische Anteil zu (2002: 13%). Der Anteil Schwedens schwankte während der hier betrachteten Periode zwischen 5% und 8%. Allerdings ist sowohl für Schweden als auch für Frankreich in Rechnung zu stellen, dass diese Anteile möglicherweise zu einem guten Teil auf einzelne grosse

<sup>6</sup> Wir fassen die einzelnen Patentanmeldungen bei verschiedenen Patentämtern, die dieselbe Erfindung umfassen, zu *Patentfamilien* nach der INPADOC-Definition zusammen, um die dahinterliegenden Erfindungen zählen zu können. Einfachheitshalber verwenden wir hier den Ausdruck ‚Patente‘ auch für ‚Patentfamilien‘.

<sup>7</sup> Die Anteile addieren sich nicht zu 100%, da ein Patent Erfinder aus mehreren ausländischen Ländern umfassen kann.

sehr innovative Unternehmen zurückzuführen sind, die F&E-Abteilungen nicht nur in der Schweiz sondern auch im jeweils anderen Land haben (Schweden: ABB, Frankreich: Alstom).

**Abb. 6.2. Patentfamilien nach Erfinderlandern (Anteile in % der Patentfamilien Schweizer Anmelder mit mind. 1 Erfinder im Ausland)**



**Abb. 6.3. Patentfamilien nach Sektoren (Anteile in % der Patentfamilien Schweizer Anmelder)**

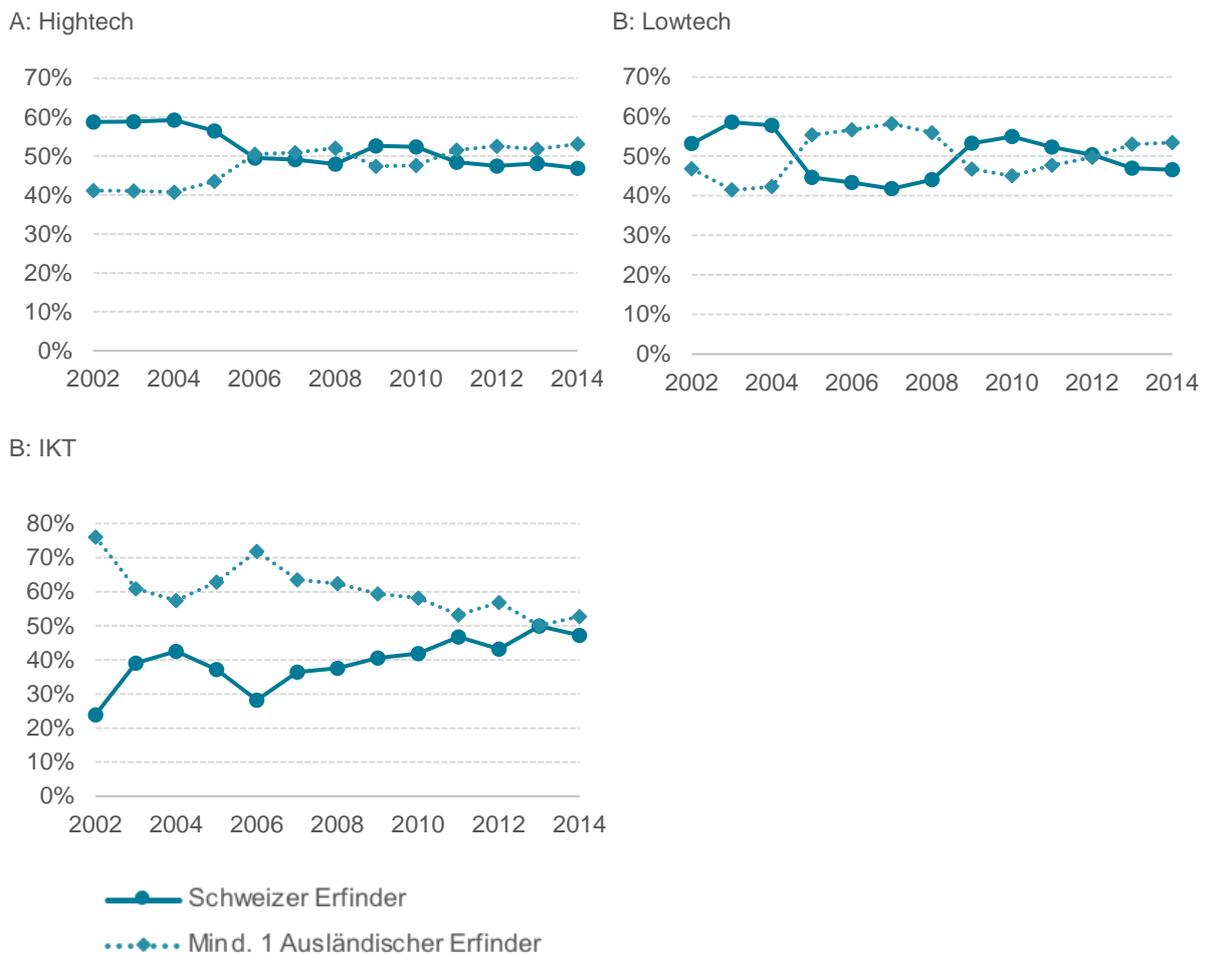


Abb. 6.3. zeigt die Entwicklung des Anteils der Patente Schweizer Anmelder mit mindestens 1 ausländischem Erfinder bzw. des Anteils der Patente mit nur Schweizer Erfindern für die Sektoren Hightech,

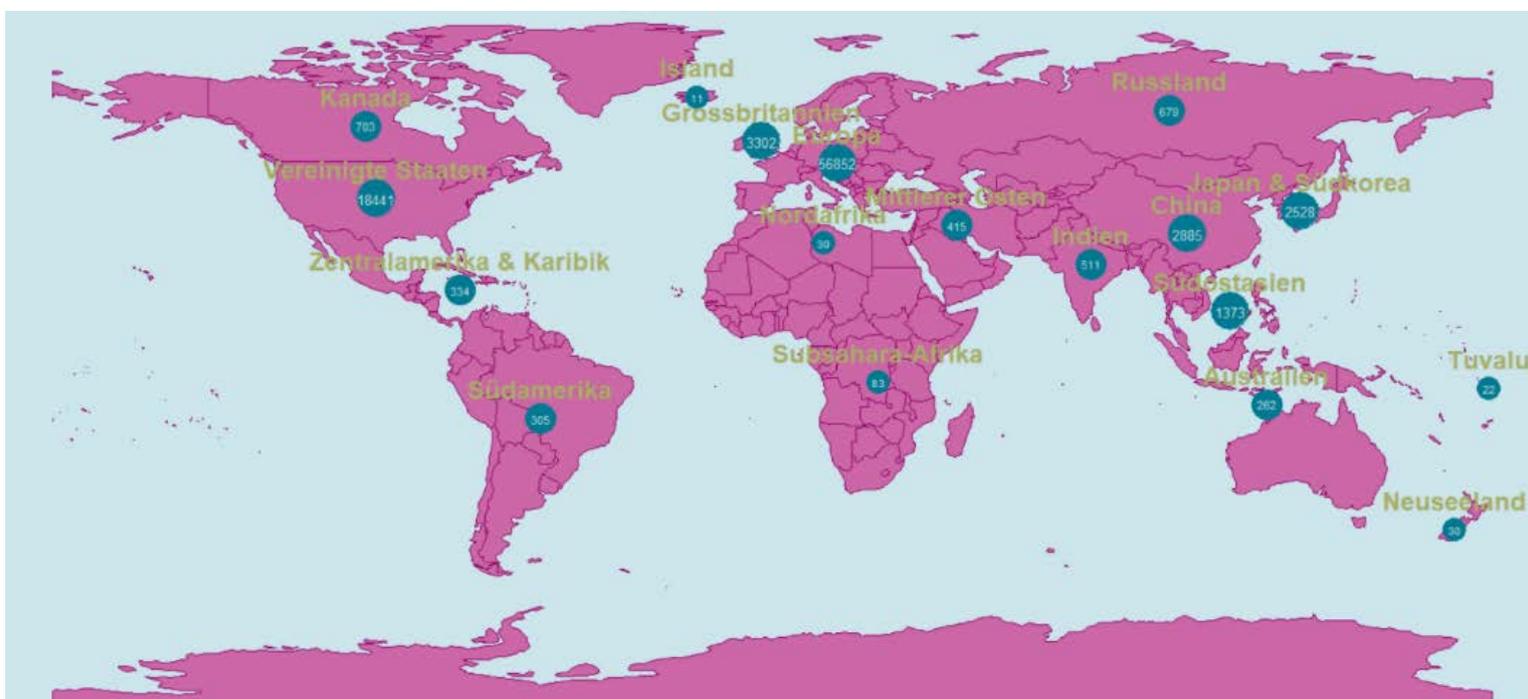
Lowtech und IKT.<sup>8</sup> Im Hightech-Bereich ist seit 2006 ein Angleichen von 'inländischen' (2014: 46.9%) und ausländischen' Patenten (2014: 53.1%) zu verzeichnen. Am Anfang der hier betrachteten Periode war der Anteil der ‚ausländischen‘ Patente in diesem Bereich rund 20 Prozentpunkte höher als jener der ‚inländischen‘ Patente. Im Lowtech-Bereich ist keine ausgeprägte Tendenz erkennbar, die Anteile beider Kategorien von Patenten schwanken um 50%. Im IKT-Bereich hat ebenfalls wie im Hightech-Bereich ein Angleichen der Anteile beider Patentkategorien stattgefunden, so dass 2014 der ‚ausländische‘ Anteil 52.8% (2002: 76.1%) betrug. Die parallel dazu stattgefundene Erhöhung des ‚inländischen‘ Anteils spiegelt vermutlich den Aufholprozess der Schweizer Wirtschaft in diesem Bereich wider (siehe dazu auch Arvanitis et al. 2015). Möglicherweise hängt die Erhöhung auch damit zusammen, dass es im Zuge der Personenfreizügigkeit einfacher wurde, ausländische Erfinder in die Schweiz zu holen.

## 6.2. Exkurs: Herkunftsländer der Erfinder im Ausland

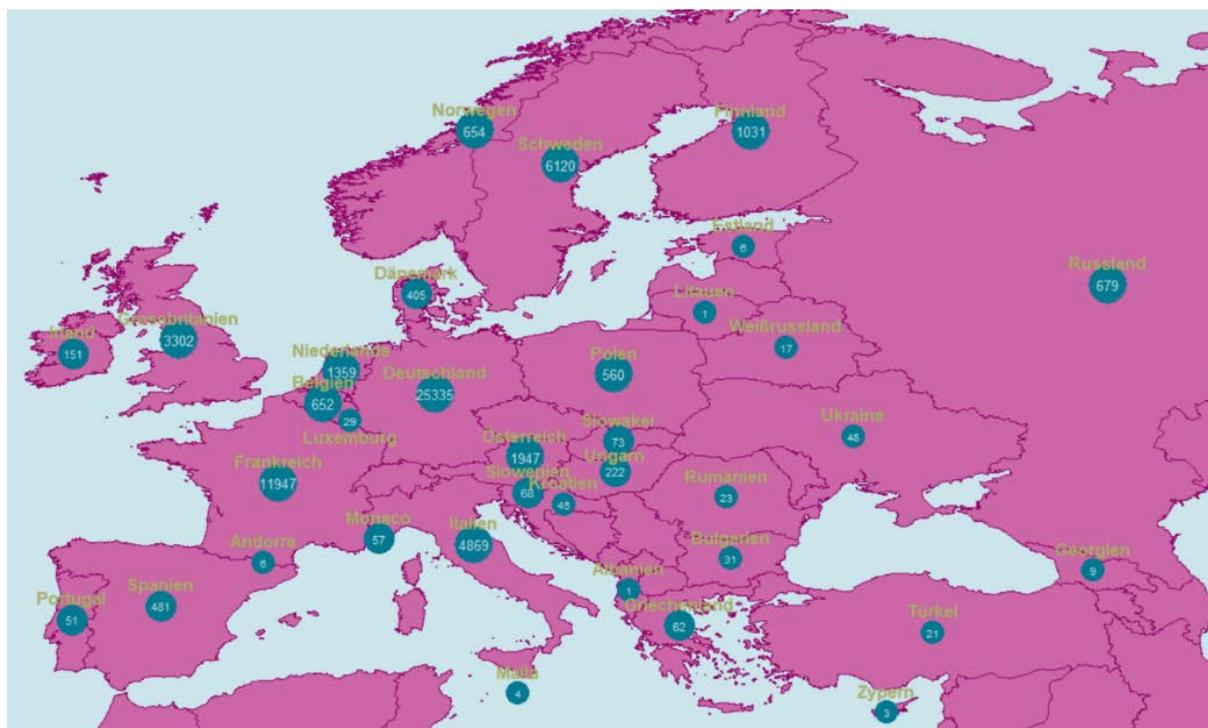
Die Anzahl der Erfinder im Ausland, welche sich an der Entwicklung von Patenten beteiligt haben, die letztlich von Firmen oder anderen Einrichtungen in der Schweiz angemeldet worden sind, ist im Zeitablauf stark gestiegen (siehe Appendix: Herkunftsländer). Über den betrachteten Zeitraum (1980 – 2014) gab es mit Abstand die stärkste Beteiligung von Erfindern in Kontinentaleuropa (56'852) gefolgt von den USA (18'441), Grossbritannien (3'302) und China (2'885) (Abb. 6.4.A). Innerhalb von Europa (Abb. 6.4.B) ist die Beteiligung von Forschern in Deutschland am höchsten, gefolgt von Frankreich, Schweden und Italien. Im Zeitablauf hat sich die relative Bedeutung der Länder in Europa kaum verändert. Bemerkenswert ist jedoch die starke Zunahme der Beteiligung von Erfindern in China (siehe Anhang: Herkunftsländer).

**Abb. 6.4. Anzahl Erfinder im Ausland in Patenten Schweizer Anmelder**

A. Weltweit, 1980-2014



<sup>8</sup> Die Zuordnung von Patenten zu Sektoren geschieht auf Basis einer «IPC-Industrie»-Konkordanztafel (Van Looy et al. 2015) – die Basis bilden hier die Technologiecodes der Patente (IPC – International Patent Classification). Auf Basis dieser Tabelle ist eine Zuordnung zu Dienstleistungsbranchen nicht möglich. Eine Ausnahme bilden Patente aus der Software-Branche (IKT). Eine Auswertung der Patentdaten nach Firmengrößenklassen ist ohne den Einbezug von Firmeninformationen nicht möglich.



## 6.3. Zitationen von Patenten mit mindestens 1 ausländischem Ko-Erfinder

Im Folgenden werden die Zitationen von Patenten Schweizer Anmelder mit mindestens 1 ausländischen Erfinder durch andere Schweizer Anmelder analysiert. Bei der ökonomischen Analyse werden Verbindungen über Zitationen als Indiz genommen, dass die Schweizer Firmen technologisch miteinander verbunden sind und gegenseitig von Wissensexternalitäten profitieren können. Bei der deskriptiven Analyse in diesem Abschnitt geht es darum zu zeigen, inwiefern Wissen Schweizer Anmelder auf Wissen, das von anderen Schweizer Anmeldern generiert wurde, aufbaut. Insbesondere sind wir daran interessiert, ob eher Wissen (in Form von Patenten) zitiert wird, das von Erfindern im Inland produziert wurde, oder Wissen, das von Erfindern im Ausland für den zitierten Schweizer Anmelder produziert wurde.

87% der Zitationen von Patenten mit mindestens einem 1 Erfinder im Ausland bezogen sich 2014 auf «Schweizer Patente» mit Ko-Erfindern aus den EU-Ländern, 12% auf Patente mit Partnern aus Nordamerika (USA/Kanada) (Tabelle A.6.9. im Anhang). Während der Periode 2002-2014 hat der EU-Anteil um ca. 14 Prozentpunkte zugenommen, während jener Nordamerikas um rund 21 Prozentpunkte abgenommen hat. Damit zeigt sich eine tendenziell ähnliche Entwicklung wie bei den Patenten, die den Zitationen zugrunde liegen. Abb. 6.5. zeigt die Entwicklung der Zitationen von Patenten mit Erfindern aus Deutschland, Frankreich und Schweden (aber Schweizer Anmelder) als Anteil am Gesamtbestand dieser Patentkategorie für die Periode 2002-2014. Ähnlich wie bei den Patenten haben Patente mit Erfindern in diesen Ländern die höchsten Anteile von Zitationen durch andere Patente (siehe Tabelle A.6.10. im Anhang für Angaben für alle 10 Länder). Der Anteil Zitationen von Patenten mit Erfindern in Deutschland beträgt 2014 rund 35% (d.h. 35% des von Schweizer Anmelder zitierten ausländischen Wissens stammt aus Deutschland), derjenige mit Erfindern in Frankreich ca. 32% und jener mit Erfindern in Schweden ca. 8%. Bei den restlichen Ländern ist dieser Anteil merklich niedriger. Seit 2008 ist ein abnehmender Trend des Anteils der Zitationen von Patenten Schweizer Anmelder mit Erfindern in

Deutschland (2008: Höchstanteil von ca. 42%) zu verzeichnen. Über die ganze Periode ist eine Zunahme des französischen Anteils (2002: 12%) bzw. – wenn auch weniger ausgeprägt – des schwedischen Anteils zu beobachten (2002: 5%).

**Abb. 6.5. Zitationen von Patenten nach Erfinderlandern der zitierten Patente (Anteile in % der Zitationen Schweizer Anmelder von Patenten mit mind. 1 ausländischen Erfinder)**

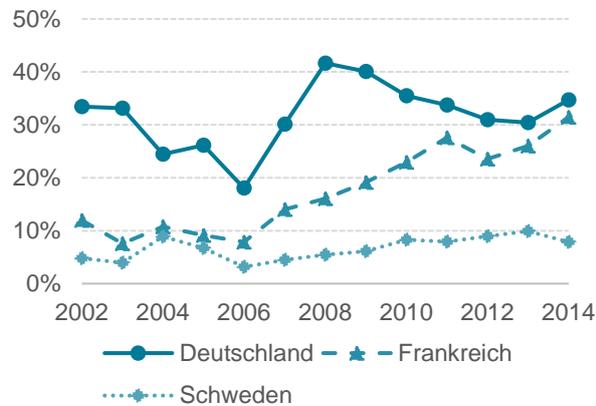
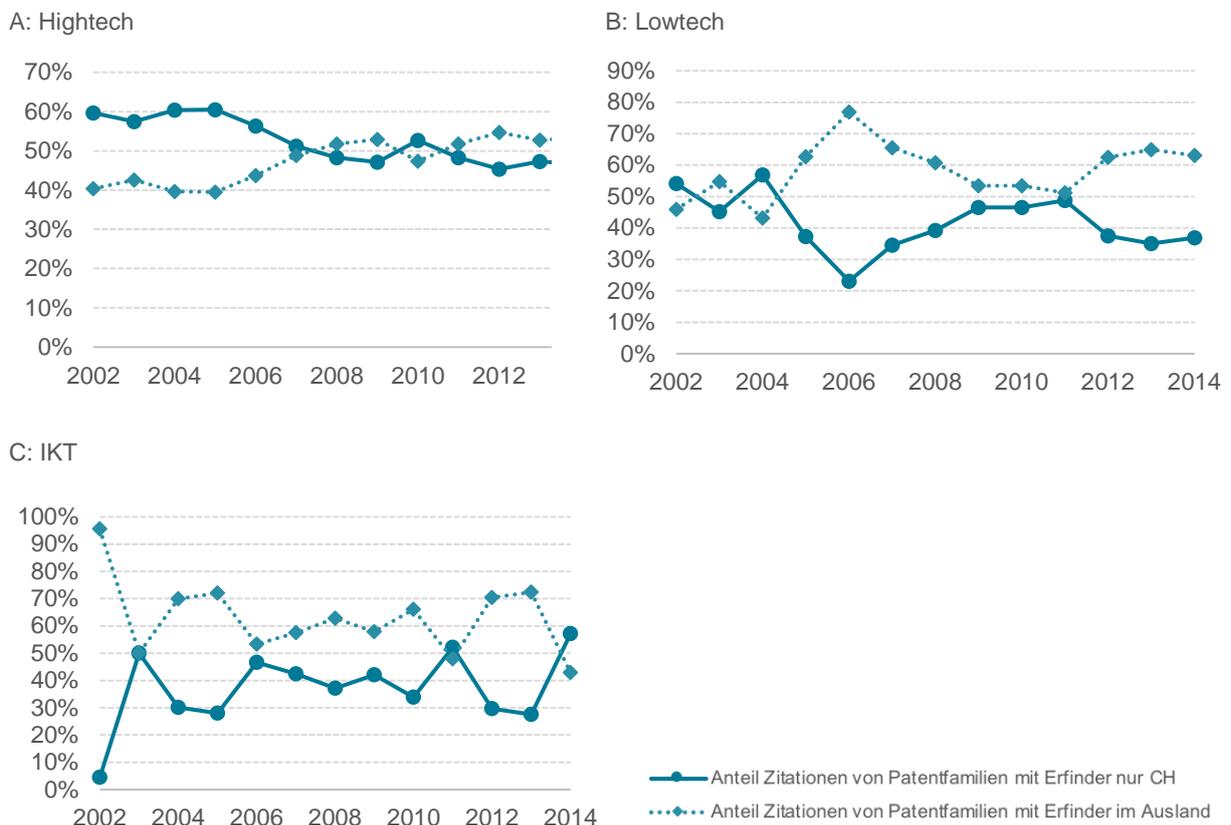


Abb. 6.6. zeigt die Entwicklung des Anteils der Zitationen von Patenten Schweizer Anmelder mit mindestens 1 Erfinder im Ausland bzw. des Anteils der Zitationen von Patenten mit nur Erfindern in der Schweiz für die Sektoren Hightech, Lowtech und IKT. Im Hightech-Bereich ist seit 2007 ein Angleichen der Zitationen von 'inländischen' (2014: 46.6%) und 'ausländischen' Patenten (2014: 53.4%) zu verzeichnen. Am Anfang der hier betrachteten Periode war der Anteil der 'ausländischen' Zitationen in diesem Bereich rund 20 Prozentpunkte höher als jener der 'inländischen' Zitationen. Im Lowtech-Bereich und im IKT-Bereich ist keine klare Tendenz erkennbar, die Anteile beider Kategorien von Zitationen schwanken relativ stark um 50%.

**Abb. 6.6. Zitationen von Patenten nach Sektoren (Anteile in % der Zitationen von Patenten Schweizer Anmelder durch andere Schweizer Anmelder)**



## 6.4. Patente und Zitationen gewichtet mit der Zahl Erfinder pro Land

Die bisherige Zählweise berücksichtigt nicht die Anzahl Erfinder pro Land und gibt daher keinen Aufschluss über das Ausmass des Beitrags bestimmter Länder. So könnte es beispielsweise sein, dass ein Erfinderteam einer Schweizer Firma aus drei Erfindern in Deutschland und vier Erfindern in Frankreich besteht sowie einem in den USA. Der relative Beitrag Deutschlands ( $3/8$ , wobei 3 die Anzahl Erfinder aus Deutschland und 8 die Gesamtzahl Erfinder ist) und Frankreichs ( $4/8$ ) wäre somit höher als der der USA ( $1/8$ ).

Die Patente werden daher auch mit dem Anteil der ausländischen Ko-Erfinder pro Land an der Gesamtzahl der Erfinder gewichtet. Die solchermassen gewichtete Summe der Patente für eine Erfinderregion, ein Erfinderland oder Sektor wird durch die entsprechende Gesamtzahl von Patenten mit mindestens 1 ausländischem Ko-Erfinder dividiert und als Anteil in den Tabellen A.6.5. bis A.6.8. im Anhang ausgewiesen. Die Abbildungen A.6.1. bis A.6.3. zeigen Beispiele von Patentanmeldungen Schweizer Anmeldeur wie sie von den jeweilig zuständigen Patentämtern publiziert wurden. A.6.1. zeigt eine Anmeldung von ABB, die ausschliesslich Erfinder aus dem Ausland aufweist (Australien und Neuseeland). In diesem Fall würden beide Länder jeweils mit 0.5 zählen, da es zwei Erfinder aus unterschiedlichen Ländern gibt. A.6.2. zeigt eine Anmeldung von Novartis mit einem grossen US-Erfinderteam. Der Beitrag der USA beträgt in diesem Fall 1 (d.h. 100%). A.6.3. zeigt schliesslich eine Anmeldung mit lediglich einem Erfinder, der in der Schweiz ansässig ist. Führt man eine derartige Zählweise für alle Patente durch, erhält man den relativen Beitrag der jeweiligen Erfinderländer oder -regionen.

Die Unterschiede gegenüber den Angaben in den Tabellen A.6.1. bis A.6.4. im Anhang sind geringfügig. Beispielsweise beträgt der Anteil Deutschlands 2014 29.6% (Tabelle A.6.2.) gegenüber 27.9%, wenn gewichtet wird (Tabelle A.6.6.), für Frankreich 23.1% versus 21.9% und für Schweden 7.8% versus 7.2%. Bei den Sektoren sind die Unterschiede etwas grösser: Hightech-Sektor: 53.1% versus 45.2%; Lowtech-Sektor: 53.4% versus 49.1%, IKT-Sektor: 52.8% versus 44.7%.

Auch bei den Zitationen von derlei gewichteten Patenten in den Tabellen A.6.13. bis A.6.16. (im Anhang) sind die Unterschiede gegenüber den Angaben in den Tabellen A.6.9. bis A.6.12. (im Anhang) geringfügig. Beispielsweise beträgt der Anteil der Zitationen von Patenten mit Beteiligung von Erfindern in Deutschland im Jahre 2014 34.7% (Tabelle A.6.10. im Anhang) versus 32.8%, wenn die zitierten Patente mit dem Anteil von Erfindern in Deutschland gewichtet werden (Tabelle A.6.14. im Anhang); der Anteil von Zitationen von Patenten mit Erfindern aus Frankreich 31.5% versus 28.7% und jener von Zitationen von Patenten mit Erfindern in Schweden 7.9% versus 6.7%. Auch die Reihenfolge der wichtigsten Länder bleibt erhalten.

# Ökonometrischer Teil

# 7. Auswirkungen von Wissensaktivitäten im Ausland auf patentierte Erfindungen

## 7.1. Motivation und Fragestellung

Unternehmen mit grossem internem «Wissenskapital» haben eine höhere Wahrscheinlichkeit neue Technologien zu entwickeln. Das hängt zum einen mit ihrer höheren Absorptionsfähigkeit von neuem Wissen zusammen, das sie zusammen mit internem Wissen für die Entwicklung neuer Technologien einsetzen können (Cohen & Levinthal 1989). Zum anderen profitieren sie zusätzlich zum eigenen Wissenskapital auch von den Wissensexternalitäten, die von anderen Unternehmen ausgehen und die in Form von Spillovers in ihre technologischen Aktivitäten einfließen (siehe z.B. Arvanitis et al. 2016, Jaffe 1986, Bloom et al. 2013). Solche Spillovers werden über verschiedene Kanäle realisiert, beispielsweise durch Mitarbeiterfluktuation (indem Mitarbeiter ihr Wissen zur neuen Unternehmung mitnehmen), durch die Publikation von Wissen in Patenten, Informationen auf Webseiten oder durch personelle Kontakte über Unternehmensgrenzen hinweg.

Bisher weniger untersucht wurden Spillovers, die aus internationalen Forschungsaktivitäten resultieren. Ein Unternehmen zuallererst Wissen durch eigene F&E-Aktivitäten einer Unternehmung, die durch F&E-Kooperationen oder -Aufträge und -Aktivitäten im Ausland ergänzt oder teilweise ersetzt werden können. Aber natürlich generieren auch andere Unternehmen durch ihre in- und ausländischen F&E-Aktivitäten, -Kooperationen oder -Aufträge Spillovers. Wir gehen davon aus, dass Spillovers aus ausländischen Aktivitäten anderer Unternehmen mit der Bedeutsamkeit der ausländischen Wissensgenerierung zunehmen und dass ein wesentlicher Teil dieses Wissens in Patente fließt. Dadurch können wir das Wissenskapital und die Spillovers über Patentaktivitäten messen.

Wir wollen in diesem ersten Teil der ökonometrischen Untersuchung feststellen, ob patentierte Erfindungen Schweizer Unternehmen, die zumindest teilweise im Ausland entwickelt wurden, auch die Technologien von Unternehmen beeinflussen, die keine derartigen ausländischen Wissensaktivitäten haben. Daraus wollen wir erkennen, ob die insgesamt sehr internationale Ausrichtung des F&E-Standorts Schweiz auch für Unternehmen Vorteile bringt, die weniger international ausgerichtet sind, sondern Ihr Wissenskapital vor allem mit Erfindern/Innovatoren im Inland aufbauen.

### **Wissenskapital**

Der Wissenskapitalstock wird anhand der Anzahl der patentierten Erfindungen gemessen. Wir verwenden dabei die «perpetual inventory method» und schreiben das Wissenskapital mit einer Abschreibungsrate von 15% ab. Dabei unterscheiden wir zwischen Erfindungen, die mithilfe von ausländischen Erfindern generiert wurden (ausländisches Wissenskapital) und Erfindungen ohne ausländische Erfinder (inländisches Wissenskapital).

## **Technologische Spillover**

Die Konstruktion von Variablen, die Spillovers messen sollen, ist kompliziert und wird hier nur ansatzweise erklärt. Für eine genauere Definition siehe Arvanitis et al. (2016), Jaffe (1986) und Bloom et al. (2013).

### ***Berechnung von Proximitätsmassen***

Die Grundidee ist, dass in eine Schätzgleichung nicht nur das eigene Wissenskapital mit aufgenommen wird, sondern auch das Wissenskapital von «anderen» Unternehmen (z.B. Konkurrenten, Unternehmen, die sich im selben geographischen Raum befinden, oder Unternehmen, die im gleichen Datensample vorhanden sind), die möglicherweise Spillovers für das eigene Unternehmen generieren. Allerdings müssen die Wissenskapitalstöcke anderer Unternehmen geeignet gewichtet werden, da nicht davon ausgegangen werden kann, dass sich das Wissenskapital anderer vollständig aneignen lässt. Hierzu hat sich in der Literatur die Methode von Jaffe (1986) durchgesetzt, bei der die Anteile der Patente in verschiedenen Technologieklassen firmenpaarweise verglichen und miteinander korreliert werden. Die Grundidee ist hierbei, dass sich über den Anteil der Patente einer Firma in verschiedenen Technologien, der unbeobachtbare Anteil von Forschenden eines Unternehmens in verschiedenen Technologien näherungsweise bestimmen lässt. Das Ausmass der Ähnlichkeit der technologischen Profile (technologische Nähe) zwischen allen möglichen Firmenpaaren (z.B. alle in der Schweiz ansässigen Firmen) führt zu einem sogenannten Proximitätsmass, das misst wie nah oder wie fern sich zwei Firmen technologisch sind. Das Mass wird also kleiner, umso verschiedener die Technologien sind, in denen die Firmen aktiv sind.

### ***Gewichtete Wissenskapitalstöcke anderer Unternehmen***

In einem weiteren Schritt werden gewichtete Summen aller Wissenskapitalstöcke anderer Unternehmen gebildet (es werden also alle Unternehmen ausser «meinem eigenen» berücksichtigt), wobei das Gewicht das Proximitätsmass ist, das für jedes Firmenpaar berechnet wurde. Diese gewichtete Summe bildet die Spillovers ab, d.h. das externe technologische Wissen, das in anderen Firmen vorhanden ist, von dem auch meine eigene Firma profitieren kann, sofern es durchsickert. Um den Einfluss dieser Spillovers, z.B. auf die abhängigen Variablen «neue Erfindungen» oder «Produktivität» zu testen, werden diese Spillover-Variablen zusammen mit dem eigenen Wissenskapital in eine Schätzgleichung eingesetzt.

### ***Identifizierung möglicher Spillover-Quellen durch Rückwärtszitationen***

Im Gegensatz zur üblichen Herangehensweise, bei der einfach alle Firmenpaare innerhalb einer Unternehmensstichprobe herangezogen werden, um die Proximitätsmasse zu berechnen, verwenden wir hier einen etwas verfeinerten Ansatz, der auch bei Arvanitis et al. (2016) beschrieben wird. Wir schauen uns für jedes Jahr und Unternehmen an, welche Patente welcher Konkurrenzfirma zitiert werden (Rückwärtszitationen) und nehmen an, dass diese zitierten Firmen die möglichen Spillover-Quellen darstellen. Wir gehen davon aus, dass ein in den Patenten zitierter Anmelder technologische Relevanz für das eigene Unternehmen besitzt. Es ist anzunehmen, dass Rückwärtszitationen von Patenten auch die Wahrscheinlichkeit eines weiteren Wissensaustauschs erhöhen, z.B. in Form von Mitarbeiterkontakten auf Fachkonferenzen. Das Vorgehen hat den Vorteil, dass nicht einfach beliebige Firmen aus einem Sample als Spillover-Quellen herangezogen werden.

Nach der Identifizierung der Spillover-Quellen haben wir die Proximitätsmasse zwischen jedem Schweizer Unternehmen in unserem Sample und den jeweils zitierten Schweizer Patentanmeldern berechnet und dann die Spillover-Masse mithilfe der Wissenskapitalstöcke konstruiert.

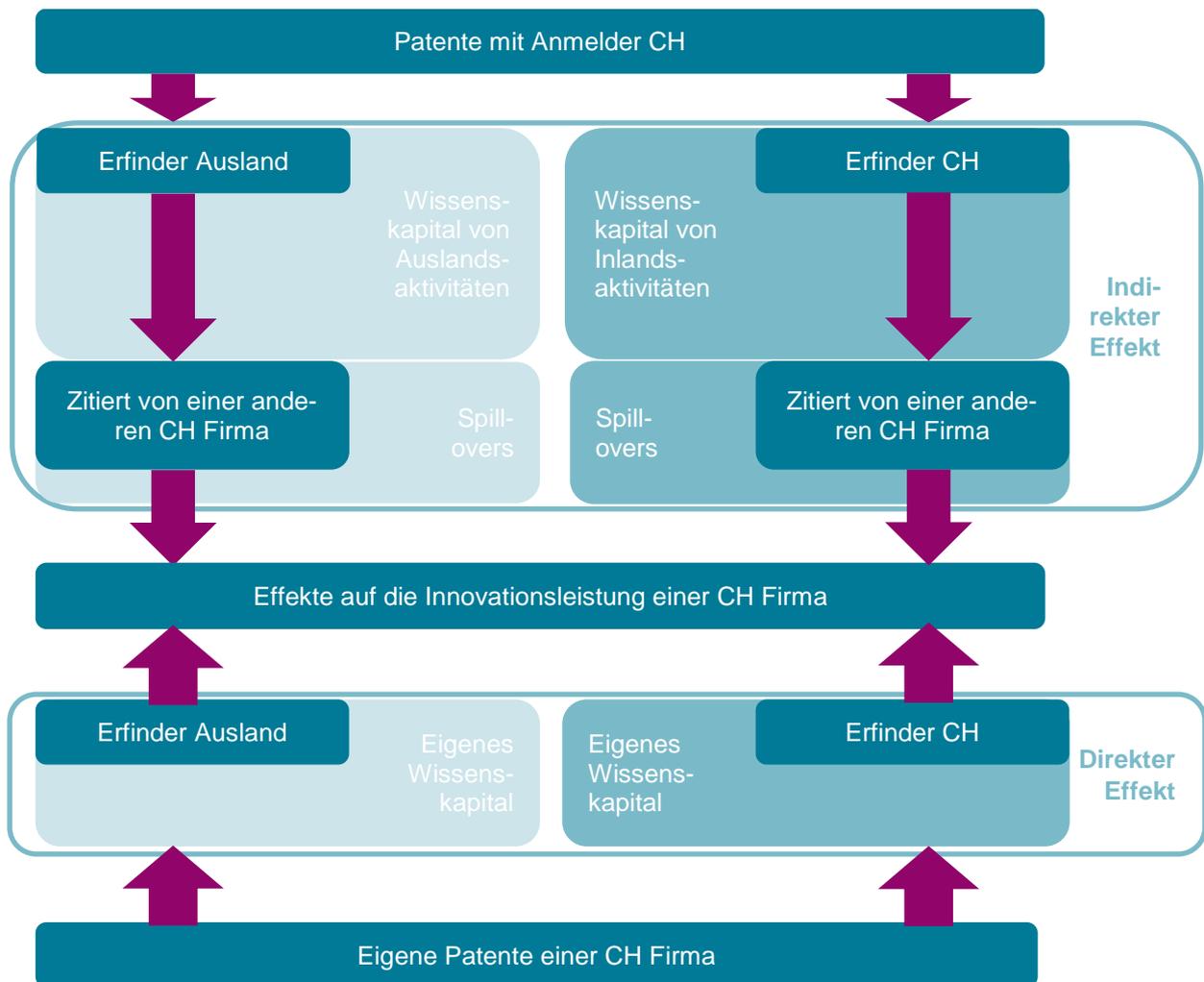
### Wissenskapital und Spillovers aus internationalen Forschungsaktivitäten

Da wir in diesem Bericht insbesondere an internationalen F&E-Aktivitäten interessiert sind, haben wir das Wissenskapital und die Spillovers aufgeteilt in den Beitrag, der von Erfindern im Inland und von Erfindern im Ausland erbracht wird. Diese Aufteilung von Patenten auf Basis der Wohnadressen der Erfinder haben wir bereits im deskriptiven Teil erörtert. Wir gehen davon aus, dass Erfinder mit ausländischer Adresse auf einem Patent darauf hindeuten, dass eine Unternehmung im Ausland F&E-Aktivitäten (z.B. durch offshoring) oder F&E-Kooperationen durchführt oder F&E-Aufträge im Ausland (outsourcing) vergeben hat.

Für die Aufteilung der Wissenskapitalstöcke und der Spillovers haben wir für jedes Unternehmen die Patente aufsummiert, die nur Erfinder in der Schweiz aufweisen, vs. die Patente, die Erfinder im Ausland aufweisen. Wir haben also pro Unternehmen einen 'inländischen' und einen 'ausländischen' Wissenskapitalstock. Die Spillovermasse wurden berechnet, indem wir die externen 'inländischen' Wissensstöcke und 'ausländischen' Wissensstöcke mit den Proximitätsmassen gewichtet und aufsummiert haben.

Abb. 7.1. fasst die Vorgehensweise und die erwartete Wirkungskette zusammen.

Abb. 7.1. Schematische Darstellung der Vorgehensweise und der Wirkungskette



## 7.2. Daten, Messkonzepte und ökonometrische Methode

Im **Grundmodell** (1) unterscheiden wir zwischen Wissenskapital, das aufgrund von patentierten Erfindungen berechnet wird, welche mithilfe von Erfindern im Ausland generiert wurden ( $K(AL)_{it-1}$ ) und dem Wissenskapital, das ausschliesslich von Erfindern in der Schweiz generiert worden ist ( $K(CH)_{it-1}$ ). Darüber hinaus können wir die technologischen Spillovers nach ihrem geographischen Ursprung unterscheiden, das heisst, ob sie vom inländischen Wissenskapital ( $K(CH)_{it-1}$ ) oder vom ausländischen Wissenskapital ( $K(AL)_{it-1}$ ) anderer Unternehmen ausgehen. Das ausländische Wissenskapital und somit auch die davon ausgehenden Spillovers können wir nach den Regionen Nordamerika, Europa, Japan, China/Indien und der übrigen Welt oder nach einzelnen Ländern unterscheiden, wie bereits im deskriptiven Teil berichtet.

Als zu erklärende Grössen verwenden wir patentierte Erfindungen die zum Zeitpunkt (t) vom Unternehmen (i) angemeldet worden sind ( $PAT_{it}$ ), wobei wir wiederum zwischen zwei Typen von patentierten Erfindungen unterscheiden. Zum einen sind es Erfindungen, die ausschliesslich von Erfindern in der Schweiz ( $PAT_{CH_{it}}$ ) entwickelt werden, und zum anderen sind es Erfindungen, die auch mithilfe von Erfindern im Ausland ( $PAT_{AL_{it}}$ ) entwickelt werden.

$$PAT_{it} = \beta_0 + \beta_1 SPILL(AL)_{jt-1} + \beta_2 SPILL(CH)_{jt-1} + \beta_3 K(AL)_{it-1} + \beta_4 K(CH)_{it-1} + X\beta + t_t + u_i + \varepsilon_{it} \\ [i \neq j]$$

$$PAT_{it} \in \{PAT_{CH_{it}}, PAT_{AL_{it}}\} \quad (1)$$

Mit  $SPILL(CH)_{jt-1}$  bezeichnen wir die technologischen Spillovers von zitierten Unternehmen, dessen Wissenskapital nur durch Erfinder im Inland generiert wurde.  $SPILL(AL)_{jt-1}$  misst die technologischen Spillovers, die vom Wissenskapital zitierter Unternehmen ausgehen, das mithilfe von Erfindern im Ausland aufgebaut wurde. Diese Variablen werden um eine Periode versetzt (t-1) eingesetzt, da wir erwarten, dass ein Unternehmen einige Zeit braucht, um neues Wissen zu verarbeiten. In allen Standardschätzungen berücksichtigen wir die theoretisch wesentlichsten Faktoren zur Bestimmung von Innovationsanstrengungen (siehe Cohen et al. 2010). Diese sind die Firmengrösse (SIZE), die Intensität des Preiswettbewerbs (PC), das Alter des Unternehmens (AGE), und ob sich das Unternehmen in ausländischem Besitz befindet (FOWNED, foreign-owned). Hinzu kommt noch eine Kontrollvariable für «ausländische F&E-Aktivitäten» (RDFOR). Die letzten beiden Variablen sind von grosser Bedeutung für die Identifikation der Spillovereffekte, zumal Auslandsbesitz und ausländische F&E-Aktivitäten als potentielle Kanäle für den Wissenstransfer aus dem Ausland gelten. Ohne diese Kontrollen könnte der Effekt der Spillover-Variablen überschätzt werden. Um unbeobachtete Verzerrungen anderer Art zu berücksichtigen, verwenden wir einen sogenannten «fixed effects»-Schätzer. Dieses Schätzverfahren kontrolliert für alle unbeobachteten Faktoren, die für das Unternehmen zeitlich konstant bzw. zeitlich sehr geringe Variation aufweisen und womöglich einen Einfluss auf die Wirkung der Spillovervariablen haben ( $u_i$ ). Beispiele dafür sind die Branchenzugehörigkeit, die technologische Ausrichtung sowie der Führungsstil einer Unternehmung. Ebenfalls berücksichtigen wir zeitliche «fixed effects» ( $t_t$ ), die unbeobachtet sind und alle Unternehmen betreffen können, wie z.B. die Konjunkturentwicklung.

Die Zuverlässigkeit der Schätzergebnisse ist als hoch einzuschätzen, da wir theoretisch motivierte Kontrollvariablen und von der wissenschaftlichen Literatur abgestützte Messkonzepte verwenden und durch das Schätzverfahren für zeitlich konstante und unbeobachtete Grössen kontrollieren. Dennoch besteht die Möglichkeit, dass zeitlich variierende und unbeobachtete Faktoren die gemessenen Koeffizienten beeinflussen. Die Wahrscheinlichkeit eines signifikanten Einflusses dieser unbeobachteten Grössen ist gering, zumal wir im Modell (1) für alle theoretisch wesentlichen Faktoren kontrollieren können. Die verbleibende Unsicherheit könnte nur mit einem «Instrumentenvariablen-Schätzer» beseitigt werden.

### **Daten für die ökonometrischen Auswertungen**

Wir verwenden zwei Datensets:

- a) Patentdaten aus der Patstat-Datenbank für den Zeitraum 1980 – 2014.
- b) Repräsentative KOF-Innovationsumfragedaten für den Industriebereich für den Zeitraum 1996 – 2015.

Die Patentdaten mussten in einem aufwendigen Verfahren mit den Umfragedaten zusammengefügt werden. Da die Schreibweisen der Firmen und Adressen in den Patentdaten sehr uneinheitlich und ungenau sind, mussten wir ein «fuzzy matching» der Firmennamen und Adressen durchführen. Da dieses fuzzy matching sehr viele unklare Fälle hervorgerufen hat, mussten wir die Daten mehrmals sichten, um so viele falsche Zuordnungen wie möglich zu beseitigen und um so viele fehlende «Matches» wie möglich zu ergänzen.

Geeignete Instrumentenvariablen sind jedoch in der Praxis sehr schwierig zu finden, weshalb wir diesen Ansatz hier nicht weiterverfolgen.<sup>9</sup>

Zur Messung der Variablen können wir auf zwei **Datenquellen** zurückgreifen. Zum einen die KOF-Innovationsdaten und zum anderen Patentfamilien, die bei verschiedensten Patentämtern weltweit von Schweizer Firmen angemeldet worden sind.<sup>10</sup> Die Informationen zu Technologien und Ländern der Erfinder, die für die Bildung der Variablen nötig sind, sind allesamt in unserer Datenbank enthalten (Details werden im deskriptiven Teil beschrieben).

Die KOF-Innovationsdaten sind die zweite Datenquelle. Dabei handelt es sich um Umfragedaten. Diese sind in zwei bis drei Jahresabständen auf Basis des KOF-Unternehmenspanels erhoben worden. Das KOF-Unternehmenspanel ist repräsentativ für die Schweizer Unternehmenslandschaft. Diese nach Branchen und drei Grössenklassen «stratifizierte» Stichprobe besteht aus rund 6000 Firmen und deckt die wesentlichen Branchen der Industrie, des Bau-Sektors, und des Dienstleistungssektors ab. Die KOF-Innovationsumfrage ist hinsichtlich wesentlicher Fragestellungen

gen, Methode und relativer Stichprobengrösse vergleichbar mit den CIS (Community Innovation Surveys) Umfragen in EU-Ländern. Die Rücklaufquote beträgt zwischen 30% und 40%. Diese Umfrage liefert auch die offiziellen Innovationsindikatoren für den Unternehmenssektor in der Schweiz. Für die vorliegende ökonometrische Untersuchung verwenden wir die Umfragedaten zwischen 1996 und 2015 und nur die Angaben der Unternehmen des Industriesektors. Der Grund liegt darin, dass die Patenthäufigkeit im Industriebereich deutlich höher ist als in allen anderen Bereichen. Der Fokus auf die Industrie verringert die Heterogenität der betrachteten Unternehmen und die Gefahr einer statistischen Fehlinterpretation der Ergebnisse aufgrund unbeobachteter Selektionseffekte. Auch wenn nicht auszuschliessen ist, dass Dienstleistungsunternehmen auch vereinzelt Patente anmelden, erlaubt die Patentstatistik praktisch keine Zuordnung von patentierten Technologien zu Dienstleistungsbranchen.

<sup>9</sup> Instrumente müssen valide und relevant sein, d.h. sie dürfen nicht korreliert sein mit dem Fehlerterm der Schätzgleichung und müssen einen hohen F-Wert in der ersten Schätzstufe haben bzw. stark korreliert sein mit den vermutlich endogenen Wissenskapitalstöcken.

<sup>10</sup> International relevante Erfindungen, die auch international vermarktet werden sollen, werden vorrangig beim Europäischen Patentamt (EPO), beim US-amerikanischen Patentamt (USPTO) und beim Japanischen Patentamt (JPO) angemeldet.

**Tab. 7.1. Variablenliste**

Variable	Deskription	N	mean	min	max	sd
SIZE	Anzahl der Beschäftigten (in Logarithmus (log); Vollzeitäquivalente)	1424	5,20	1,39	9,95	1,19
TP	Technologisches Potenzial (Ordinalvariable)	1424	3,30	1,00	5,00	0,98
PC	Intensität des Preiswettbewerbs (binäre Variable 0/1))	1424	0,78	0,00	1,00	
FOWNED	Unternehmen im ausländischen Besitz (0/1)	1424	0,25	0,00	1,00	
AGE	Unternehmensalter (in log)	1424	4,13	1,79	6,48	0,65
RDFOR	F&E-Aktivitäten im Ausland (0/1)	1269	0,28	0,00	1,00	
CAP	Physisches Kapital der Unternehmung berechnet aufgrund der "perpetual inventory method (PIM)" (10% Abschreibungsrate; jährliche Informationen; in log)	865	16,41	10,60	21,87	1,57
HHI	Herfindahl-Hirschman Index auf Basis der IPC (International Patent Classification Code) (4-Steller-Niveau)	653	0,44	0,03	1,00	0,32
K(TOT)	Wissenskapital Total auf Basis der Patente (PIM, Abschreibungsrate 15%; in log)	1424	1,71	0,01	8,13	1,34
K(CH)	"Wissenskapital Schweiz" auf Basis von Patenten, die nur Schweizer Erfinder aufweisen (PIM, Abschreibungsrate 15%; in log)	1424	1,56	0,00	7,24	1,29
K(AL)	"Wissenskapital International" auf Basis von Patenten, die mit Erfindern im Ausland entwickelt wurden (PIM, Abschreibungsrate 15%; in log)	1424	0,70	0,00	7,82	1,15
spill(TOT)	Technologische Spillover im Total (Berechnung Jaffe-Mass, Identifikation durch Rückwärtszitationen, in log)	1424	0,35	0,00	7,19	1,22
spill(CH)	Technologische Spillover durch K(CH) (Berechnung Jaffe-Mass, Identifikation durch Rückwärtszitationen, in log)	1424	0,31	0,00	6,71	1,12
spill(AL)	Technologische Spillover durch K(AL) (Berechnung Jaffe-Mass, Identifikation durch Rückwärtszitationen, in log)	1424	0,25	0,00	6,88	0,99
innos	Umsätze durch innovative Produkte (neue und modifizierte Produkte; in log)	1424	18,41	0,00	27,35	7,46
innos_np	Umsätze durch <b>neue</b> , innovative Produkte (in log)	1424	16,60	0,00	26,61	8,21
innos_mp	Umsätze durch <b>modifizierte</b> , innovative Produkte (in log)	1424	15,91	0,00	26,70	8,94
TFP	Multifaktorproduktivität (Levinsohn-Petrin (2003) Schätzmethode; in log)	790	11,91	10,46	14,37	0,48
VA	Wertschöpfung (in log)	1424	17,18	13,02	22,26	1,32
VAEMP	Wertschöpfung pro Beschäftigten (in log)	1424	11,98	10,85	16,43	0,44
pats(TOT)	Anzahl der Patente insgesamt	1424	5,98	0,00	730,00	34,26
pats(CH)	Anzahl der Patente, die nur von Erfindern in der Schweiz entwickelt wurden.	1424	3,43	0,00	286,00	15,98
pats(AL)	Anzahl der Patente, die mithilfe von Erfindern im Ausland entwickelt wurden.	1424	2,45	0,00	582,00	22,08

Die Beschreibung und einige deskriptive Informationen der gebildeten und verwendeten Indikatoren (Variablen) befinden sich in Tab. 7.1. und Tabelle A.7.1 (im Anhang). Dort zeigt sich, dass wir für unsere ökonometrischen Auswertungen über 1000 Beobachtungen verwenden können. Die durchschnittliche Unternehmensgrösse beträgt 181 Mitarbeiter (Vollzeitäquivalente). Die Unternehmen haben mit einem Wert von 3.3 auf einer 5-stufigen Likert-Skala ein überdurchschnittliches technologisches Potenzial. 78% sehen sich intensivem Preiswettbewerb ausgesetzt und 25% der Unternehmen sind in ausländischem Besitz. Technologische Spillovers von Patenten mit ausschliesslich Erfindern in der Schweiz sind mit einem Mittelwert von 0.31 (logarithmierter Wert) deutlich höher als Spillovers von Patenten, die mit Erfindern im Ausland mitentwickelt wurden (0.25). Der durchschnittliche Umsatz mit neuen, innovativen Produkten liegt im verwendeten Sample bei rund 98 Mio. CHF. Die durchschnittliche Anzahl von Patenten liegt bei rund 6, wobei die Anzahl Patente mit nur Erfindern in der Schweiz höher liegt als die durchschnittliche Anzahl der Patente mit Erfindern im Ausland.

Insgesamt sind die Unternehmen in unserer Schätzung im Vergleich mit der Unternehmensdemographie in der Schweiz überdurchschnittlich gross, innovativ und patentfreudig. Das hängt einerseits mit der Tatsache zusammen, dass unser Unternehmenspanel nur Unternehmen mit mehr als 5 Beschäftigten enthält und andererseits ist es auf die Fragestellung und auf das Schätzverfahren zurückzuführen. Wir können Spillovers nur auf Basis der Unternehmen messen, die im Laufe der Untersuchungsperiode (1996-2015) zumindest ein Patent angemeldet haben. Das sind tendenziell innovativere, grössere Unternehmen mit höherem technologischen Potenzial und höheren Umsätzen aus ihren innovativen Produkten. Da diese Unternehmen eher als Spilloversender und -empfänger in Frage kommen, erscheinen sie für unsere Fragestellung als die relevante Kategorie. Unternehmen, die nicht innovativ sind, können durch diese Messung der Spillovers hingegen natürlich nicht erfasst werden, es ist aber auch nicht anzunehmen, dass diese Unternehmen technologisch relevante Spillovers generieren können.

## 7.3. Ergebnisse: Spillovers und Patente

Die Hauptergebnisse sind in Tab. 7.2. zusammengestellt.<sup>11</sup> Die Schätzergebnisse bestätigen die bisherigen Erkenntnisse aus der empirischen Literatur. Sowohl das Wissenskapital insgesamt als auch die technologischen Spillovers haben einen positiven und signifikanten Einfluss auf die Anzahl der angemeldeten Patente. Das gilt für die Rubrik aller Patente aber auch für die Unterteilung der Patente in 'CH-Patente' (nur von Erfindern in der Schweiz generiert) und für 'AL-Patente' (gemeinsam mit Erfindern im Ausland entwickelt). Eine Erhöhung der technologischen Spillovers um 10% erhöht die Anzahl der Patente insgesamt um 1.1%. Die Spillovereffekte sind für AL-Patente (1.3%) jedoch deutlich höher als für CH-Patente (0.6%). Als Ereigniswahrscheinlichkeit (incidence-rate-ratio, IRR) ausgedrückt, erhöht sich die Wahrscheinlichkeit eines zusätzlichen Patents insgesamt um 11.7 PP (Prozentpunkte), wenn sich die Spillover um eine Einheit erhöhen.<sup>12</sup> Die dementsprechenden Werte belaufen sich auf 6.4 PP für CH-Patente und 13.7 PP für AL-Patente (siehe Tabelle A.7.3. im Anhang). Die stärkere Wirkung von technologischen Spillovers auf die Entwicklung von AL-Patenten im Vergleich zu CH-Patenten bedeutet, dass die Spillovers die Wahrscheinlichkeit von Patenten mit ausländischer Beteiligung stärker erhöhen als die von CH-Patenten. Damit fördern Spillovers die Internationalität der F&E in der Schweiz auch bei den gegebenen wirtschaftspolitischen Rahmenbedingungen.

In einem weiteren Schritt unterteilen wir auch die Spillovers und die Wissenskapitalstöcke nach den aus- und inländischen Erfinderbeiträgen, d.h. Spill(AL) und K(AL) bzw. Spill(CH) und K(CH). Gemäss den Auswertungen (siehe Tab. 7.2., Spalten 4-6) zeigt sich, dass der positive Effekt der Spillovers ausschliesslich von technologischen Entwicklungen ausgeht, die mit Beteiligung von Erfindern im Ausland generiert worden sind. Diese Aussage gilt nicht nur für die Patente insgesamt und Patente, die mit Erfindern im Ausland entwickelt werden, sondern auch für Patente, die ausschliesslich von Erfindern in

<sup>11</sup> Die Koeffizienten der Kontrollvariablen sind in der Tabelle A.7.2. im Anhang abgebildet.

<sup>12</sup> Berechnung der IRR:  $e^{\beta \Delta x_i} = IRR$ , wobei  $x$  die Variable bezeichnet und  $\beta$  den Koeffizienten.

der Schweiz entwickelt wurden. Somit profitieren auch ausschliesslich national ausgerichtete F&E-Anstrengungen von der Internationalisierung der F&E durch den indirekten Kanal der technologischen Spillovers. Die Berechnungen aufgrund der zur Verfügung stehenden Daten deuten darauf hin, dass eine 10%ige Erhöhung der Spill(AL), die Anzahl der CH-Patente um 1,6 % erhöht.

### **Robustheitstests und Erweiterungen des Modells**

Wir erweiterten das Modell in mehrfacher Hinsicht. Zum einen berechneten wir einen Hirshman-Herfindahl Index (HHI)<sup>13</sup>, der die Konzentration der technologischen Patentaktivitäten eines Unternehmens zum Ausdruck bringt. Zum anderen berechneten wir die Wissenskapitalstöcke und die Spillovers gewichtet mit den Anteilen der Erfinder pro Land wie schon im deskriptiven Teil erläutert. Die Gewichtung führte zu keinen wesentlichen Unterschieden im Vergleich zu den präsentierten Ergebnissen in Tab. 7.2. (siehe Tabelle A.7.4. im Anhang). Der HHI ist negativ korreliert mit der Anzahl der Patente (siehe Tabelle A.7.6. im Anhang). Dieses Ergebnis bestätigt die aktuelle Forschung in diesem Bereich (siehe Bolli et al. 2017, Leten et al. 2007, Garcia-Vega, 2006). Darüber hinaus sehen wir jedoch, dass technologisch konzentrierte Unternehmen, signifikant weniger stark von den Spillovers profitieren als technologisch diversere Unternehmen. Dieses Ergebnis zeigt sich nur für die Patente insgesamt und nicht für die Unterteilung in AL-Patente und CH-Patente. Eine zu geringe Anzahl von Beobachtungen erschwert die Identifikation eines Effekts für Untergruppen von Beobachtungen.

Die Auswertung der Spillovereffekte nach Regionen der Erfindertätigkeit zeigt kein klares Bild. Wir können jedoch bestätigen, dass Spillovers, die aus Erfindertätigkeit in Europa entstehen von grösster Bedeutung sind. Ebenso finden sich durchwegs positive Zusammenhänge zwischen Spillovers aus dem asiatischen Raum (China, Indien) und der Anzahl der Patente insgesamt. Auch hier können die Ergebnisse von der geringen Anzahl von Beobachtungen für Untergruppen beeinflusst sein, was zuverlässige Aussagen erschwert (siehe Tabelle A.7.7. und A.7.8. im Anhang).

Als Hauptergebnisse präsentieren wir «Fixed-effects Poisson»-Schätzungen (nicht-lineare Schätzung für positive ganze Zahlen). Die Werte sind nicht normalverteilt, sondern folgen eine Poissonverteilung. Alle Verteilungsmomente sind durch den Mittelwert bestimmt und die Varianz muss dem Mittelwert entsprechen. Ist die Varianz der Verteilung grösser als der Mittelwert (Overdispersion), sind die Standardfehler verzerrt. Als Robustheitstest verwenden wir für alle Modelle einen Negativ-binomial-Schätzer. Dieses Schätzverfahren ist ebenfalls für Modelle mit einer abhängigen Variable entwickelt worden, die aus positiven ganzzahligen Werten besteht, unterliegt aber nicht dieser Verteilungsannahme.<sup>14</sup> Die Ergebnisse dieses Schätzverfahrens bestätigen die Hauptergebnisse (siehe Tabelle A.7.5. im Anhang).

<sup>13</sup> Der Hirshman-Herfindahl-Index (HHI) ist ein Konzentrationsmass. Je höher der Wert, desto konzentrierter sind in unserem Fall die technologischen Aktivitäten eines Unternehmens.

<sup>14</sup>  $Var(y|x) = E(y|x)$ ; Var entspricht der Varianz, y und x sind abhängige und unabhängige Variablen und E bezeichnet den Erwartungswert.

**Tab. 7.2. Hauptergebnisse Patente**

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Poisson FE					
VARIABLEN	Alle Patente	CH Patente	AL Patente	Alle Patente	CH Patente	AL Patente
spill(AL)				0.216*** (0.053)	0.156** (0.066)	0.292*** (0.042)
spill(CH)				-0.067 (0.049)	-0.051 (0.060)	-0.172*** (0.036)
K(CH)				0.713*** (0.088)	1.043*** (0.113)	-0.217 (0.181)
K(AL)				0.422*** (0.092)	0.169* (0.098)	1.416*** (0.194)
spill(TOT)	0.111*** (0.021)	0.062*** (0.018)	0.129*** (0.033)			
K(TOT)	1.045*** (0.101)	1.111*** (0.099)	0.971*** (0.171)			
Beobachtungen	949	898	455	949	898	455
Unternehmen	287	270	136	287	270	136

**Bemerkung:** Standardfehler (heteroskedastizitätsrobust) in Klammern; Signifikanzniveaus: \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$ ; alle Schätzungen beinhalten Kontrollvariablen für Unternehmens-Fixeffekte (FE), Zeit-Fixeffekte, Unternehmensgrösse, Intensität des Preiswettbewerbs, Auslandsbesitz, Alter und ausländische F&E-Aktivitäten. Die Variablen für das Wissenskapital und die Spillovers sind um eine Periode verzögert in die Gleichungen eingesetzt. CH-Patente steht für Patente, die ausschliesslich von Erfindern in der Schweiz entwickelt wurden. AL-Patente steht für Patente, die mithilfe von Erfindern im Ausland entwickelt wurden, aber von Schweizer Firmen angemeldet wurden. «Poisson» bezeichnet das angewendete Schätzverfahren (Exponentialfunktion). Interpretation der Koeffizienten: Eine Erhöhung der Spillovers um 10% erhöht die Anzahl der Patente um 1.11% (Gleichung 1) bzw. erhöht eine 10% Erhöhung des Wissenskapitals die Anzahl der Patente um 10.5%. Die Koeffizienten können auch in eine Ereigniswahrscheinlichkeit umgerechnet werden (IRR: incidence rate ratios). Die IRR berechnet sich aus  $e^{\beta \Delta x_i}$ , wobei  $x$  die Variable bezeichnet und  $\beta$  den Koeffizienten. Die IRR für die Veränderung der Spillovers beläuft sich auf 1.117. Das heisst, dass die Erhöhung der Spillover um einen Einheit, die Wahrscheinlichkeit eines Patents um 11.7% erhöht.

# 8. Auswirkungen von Wissensaktivitäten im Ausland auf die Innovationsleistung der Unternehmen

## 8.1. Motivation und Fragestellung

Die Entwicklung neuer Technologien und Patentanmeldungen sind ein wesentlicher Schritt für den Markterfolg von neuen, innovativen Produkten. Wie oben gezeigt sind die technologischen Spillovers vor allem für die Technologieentwicklung wichtig. Sie erhöhen das messbare Wissenskapital der Unternehmung, welches positiv auf deren Innovationsleistung wirkt. Dieser Zusammenhang ist in der Literatur unumstritten (z.B. Crepon et al. 1998). Unklar ist jedoch, welche Bedeutung das mithilfe von Erfindern im Ausland generierte Wissenskapital für die Innovationsleistung eines Unternehmens hat. Liefert es einen signifikanten Beitrag für den Markterfolg innovativer Produkte in der Schweiz und stiftet somit messbaren Nutzen für das Unternehmen und den Konsumenten? Ist ihr Beitrag stärker als der des rein nationalen Wissenskapital? Mit welcher Zeitverzögerung sind die Effekte zu erwarten und wie stark sind sie? Die Antworten auf diese Fragen erlauben Einblicke in die Bedeutung der internationalen Ausrichtung der Erfindungstätigkeit auf den Innovationserfolg von Unternehmen in der Schweiz.

## 8.2. Daten, Messkonzepte und ökonometrische Methode

Auch für diese Analyse verwenden wir die oben beschriebenen Daten bestehend aus Patentdaten und KOF-Umfragedaten. Wir bauen auf die Ergebnisse der Patentgleichung (1) auf. Dort haben wir festgestellt, dass technologische Spillovers positiv auf die Entwicklung neuer Patente wirken und zwar sowohl für CH-Patente als auch für AL-Patente, wobei der Beitrag der Spillovers von Patenten, die mithilfe von Erfindern im Ausland generiert wurden, deutlich stärker ist. Insgesamt erhöhen Spillovers das Wissenskapital eines Unternehmens. In diesem Abschnitt untersuchen wir, ob und wie stark die zwei Typen des Wissenskapitals den kommerziellen Erfolg neuer, innovativer Produkte beeinflussen.

Dabei führen wir ökonometrische Schätzungen des folgenden Grundmodells durch.

$$\text{INNOS}_{it} = \beta_0 + \beta_1 K(\text{AL})_{it-1} + \beta_2 K(\text{CH})_{it-1} + X\beta + t_t + u_i + \varepsilon_{it}$$

, wobei

$$\text{INNOS}_{it} \in \{\text{INNOS\_NP}_{it}, \text{INNOS\_MP}_{it}\} \quad (2)$$

Innos\_np misst die Höhe der logarithmierten Umsätze mit neuen, innovativen Produkten und ist ein Indikator für «radikalere» Innovationen. Innos\_mp misst die Höhe der logarithmierten Umsätze mit modifizierten Produkten. Das Wissenskapital wird durch K(AL) und K(CH) gemessen. Auch hier verwenden wir die logarithmierten Werte. K(AL) bezeichnet den Wissenskapitalstock (15% Abschreibungsrate) auf Basis von Patenten, die mithilfe von Erfindern im Ausland generiert wurden und mit K(CH) bezeichnen wir den Wissenskapitalstock eines Unternehmens, der ausschliesslich von Erfindern im Inland generiert

wurde. Wir verwenden in Gleichung (2) dieselben Kontrollvariablen wie in Gleichung (1) und wir kontrollieren auch für zeitliche Fixeffekte und unbeobachtete zeitlich invariante Heterogenität auf Ebene des Unternehmens (fixe Unternehmenseffekte). Ebenfalls sind die Standardfehler robust hinsichtlich Heteroskedastizität.

Da die abhängigen Variablen in (2) kontinuierliche Variablen sind, verwenden wir einen OLS-Fixed-effects-Schätzer (Ordinary Least Squares mit «within» transformation). Auch in dieser Schätzung könnte aufgrund zeitlich varianter unbeobachteter Heterogenität eine Verzerrung der Koeffizienten auftreten. Gegeben die theoretisch motivierten Kontrollvariablen, die zeitlich versetzte Berücksichtigung der Kapitalvariablen und der Kontrolle für zeitlich invariante unbeobachtete Effekte dürften die Verzerrungen klein sein. Alternativ könnten Instrumentenschätzer angewendet werden, was - wie bereits beschrieben - in der Praxis sehr schwierig ist.

## 8.3. Ergebnisse: Wissenskapital und Innovationsleistung

Das Wissenskapital eines Unternehmens steht in einem positiven und signifikanten Zusammenhang mit der Innovationsleistung eines Unternehmens. Das gilt sowohl für die Umsätze mit neuen, innovativen Produkten als auch für modifizierte Produkte (siehe Tab. 8.1., Spalten (1) und (2)). Wenn wir das Wissenskapital nach CH (Patentstock auf Basis Erfinder in der Schweiz) und AL (Patentstock mit Erfindern im Ausland) aufteilen, so sehen wir positive Effekte, die jedoch nur für K(AL) auf *innos\_mp* signifikant sind (Spalte (4)). Durch die starke Korrelation beider Wissenskapitalstöcke wird die Identifikation der einzelnen Effekte erschwert (Multikollinearität).

**Tab. 8.1. Hauptergebnisse Innovationsleistung**

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	FE	FE	FE	FE	FE	FE
VARIABLEN	<i>innos_np</i>	<i>innos_mp</i>	<i>innos_np</i>	<i>innos_mp</i>	<i>innos_np</i>	<i>innos_mp</i>
K(TOT) -1 Periode	1.343** (0.635)	1.398* (0.733)				
K(CH) -1 Periode			0.584 (0.716)	0.180 (0.836)		
K(AL) -1 Periode			1.116 (0.762)	2.190** (0.885)		
K(CH) -2 Perioden					-0.190 (0.697)	-0.122 (0.781)
K(AL) -2 Perioden					1.980** (0.813)	1.690** (0.839)
Beobachtungen	1,269	1,269	1,269	1,269	1,249	1,249
Unternehmen	527	527	527	527	518	518

**Bemerkungen:** OLS Fixed-effects-Schätzer mit heteroskedastizitätsrobusten Standardfehlern. Signifikanzniveaus: \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$ ; alle Schätzungen beinhalten Kontrollvariablen für Unternehmens-Fixeffekte (FE), Zeit-Fixeffekte, Unternehmensgrösse, Intensität des Preiswettbewerbs, Auslandsbesitz, Alter und ausländische F&E-Aktivitäten. Die Variablen für das Wissenskapital sind eine bzw. zwei Perioden verzögert (-1/-2 Perioden) in die Gleichungen eingesetzt. K(CH) steht für den Wissenskapitalstock aufgrund von Patenten, die ausschliesslich von Erfindern in der Schweiz entwickelt wurden. K(AL) steht für den Wissenskapitalstock, der mithilfe von Erfindern im Ausland entwickelt wurde.

Wenn wir annehmen, dass die Effekte mit einer grösseren Verzögerung eintreten, müssen wir die Wissenskapitalstöcke um ein weiteres Jahr nach hinten versetzen. In diesem Fall zeigt sich, dass  $K(AL)$  mit den Umsätzen für beide Innovationstypen signifikant und positiv korreliert (Tab. 8.1.; Spalten (5) und (6)), wobei der Zusammenhang zwischen  $K(AL)$  und den Umsätzen für neue Produkte stärker und der für modifizierte Produkte schwächer wird. Somit lässt das Ergebnis vermuten, dass die Wirkung auf modifizierte Produkte schneller eintritt als für neue, innovativere Produkte. Das ist plausibel, wenn man an die längeren Entwicklungszeiten bei neuen Produkten denkt.

### **Robustheitstests und Erweiterungen des Innovationsmodells**

Im Anhang zeigen wir nicht nur die Schätzergebnisse inklusive aller Kontrollvariablen, sondern auch die Schätzungen mit den Spillover- und Wissenskapitalmassen basierend auf nach Länderanteilen gewichteten Patenten. Diese bestätigen die Hauptergebnisse auch hinsichtlich der Innovationsleistung, wobei die Koeffizienten für  $K(AL)$  etwas höher sind (siehe Tabelle A.7.9. und A.7.10. im Anhang).

## **8.4. Zwischenfazit**

Die Hauptergebnisse für Patente und die Innovationsleistung bestätigen die positiven Effekte der technologischen Spillovers auf Patente und somit auf das Wissenskapital eines Unternehmens, das wiederum die Innovationsleistung der Unternehmen erhöht. Vor allem Erfindungen, die mithilfe von Erfindern im Ausland generiert wurden, scheinen eine wichtige Rolle zu spielen. Diese generieren Spillovereffekte mit deren Hilfe auch diejenigen Unternehmen, die keine Erfinder im Ausland an ihren Entwicklungen beteiligen, ihre Wissensbasis erweitern können. Die Spillovers fördern jedoch nicht nur technologische Entwicklungen, sondern über die Wissenskapitalbildung auch die Entwicklung neuer Produkte.

# 9. Auswirkungen von Wissensaktivitäten im Ausland auf die Produktivität der Unternehmen

## 9.1. Motivation und Fragestellung

Der Aufbau von Wissenskapital ist mit hohen Kosten verbunden, wobei die Erträge ungewiss sind. Es gibt sowohl technische Risiken - die sich aus Risiken im Zusammenhang mit der Lösung technischer Probleme ergeben - als auch kommerzielle Risiken, die sich auf den unsicheren Markterfolg eines neuen Produktes beziehen.

In der folgenden Analyse versuchen wir abzuschätzen, ob sich diese Risiken im Durchschnitt aller Unternehmen lohnen, d.h. ob das Wissenskapital netto einen positiven Effekt auf die Multifaktorproduktivität des Unternehmens hat. Ein positiver Effekt bedeutet, dass die Erträge die Kosten für die Wissenskapitalbildung übersteigen und sich somit die Produktivität der investierenden Unternehmen erhöht. Bei den Berechnungen unterscheiden wir zwischen dem Wissenskapital, das ausschliesslich in der Schweiz entwickelt wurde, und dem Wissenskapital, das mithilfe von Erfindern im Ausland aufgebaut wurde.

Da die Produktivität eines Unternehmens ein wichtiges Merkmal der Wettbewerbsfähigkeit ist, können wir feststellen, welche Form des Wissenskapitals sich wie stark auf die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens auswirkt.

## 9.2. Daten, Messkonzepte und ökonometrische Methode

Wir verwenden das bereits vorgestellte Datenset und berechnen mit der Multifaktorproduktivität eine neue, wesentliche Variable für diesen Untersuchungsabschnitt. Die Messung der Produktivität eines Unternehmens hat in der ökonomischen Literatur eine lange Tradition. Wesentliche Meilensteine in der Entwicklung von ökonometrischen Konzepten waren vor allem Olley and Pakes (1996) und Levinsohn und Petrin (2003) als auch Loecker und Frederic (2012). Alle Untersuchungen gehen davon aus, dass die Produktivität eines Unternehmens aus Sicht der Forscher nicht direkt beobachtbar ist, sondern geschätzt werden muss. Auf Basis einer Produktionsgleichung wird die Produktivität aus dem Fehlerterm berechnet. Die Idee dabei ist, dass jener Teil des Bruttoproduktionswerts (Produktion in Einheiten x Marktpreis), der sich nicht aus dem Einsatz der Inputfaktoren erklären lässt, als Produktivität bezeichnet wird. Wir verwenden diesen Standardansatz in der ökonomischen Literatur auch für diese Untersuchung und berechnen die Multifaktorproduktivität (TFP; siehe Tab. 7.1) gemäss Levinsohn und Petrin (2003).

Wir schätzen folgende Gleichung:

$$TFP_{it} = \beta_0 + \beta_1 K(AL)_{it-1} + \beta_2 K(CH)_{it-1} + X\beta + t_t + u_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

Die Wissenskapitalstöcke werden wie oben beschrieben berechnet und X bezeichnet die Kontrollvariablen (Technologisches Potential, Preiswettbewerbsintensität, Auslandsbesitz, Alter). Die Kontrollvariablen dienen vor allem dazu den Effekt der Wissensstöcke möglichst genau zu identifizieren. Wir haben auch andere Kontrollvariablen getestet (z.B. Unternehmensgrösse), jedoch beeinflussen diese im

Durchschnitt den beobachteten Zusammenhang zwischen den Wissenskapitalstöcken und TFP nicht und sind somit als Kontrollgrößen irrelevant.

Wir erweitern das Basismodell (3) um Interaktionsterme, die uns helfen die Ergebnisse des Basismodells besser zu verstehen. Im Mittelpunkt steht dabei die Frage, ob es einer Unternehmung gelungen ist, neue, innovative Produkte auf den Markt zu bringen, d.h. ob den Kosten der Wissensakkumulation auch Erträge gegenüberstehen. Das erweiterte Modell wird wie folgt spezifiziert:

$$TFP_{it} = \beta_0 + \beta_1 K(AL)_{it-1} + \beta_2 K(CH)_{it-1} + \beta_3 K(AL)_{it-1} * NP + \beta_4 K(CH)_{it-1} * NP + X\beta + t_t + u_i + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

,wobei  $NP \in \{NPC, NP0, NP075, NP090\}$

NP steht für neue, innovative Produkte. In (4) wird diese Variable unterschiedlich spezifiziert. NPC bedeutet, dass wir den Umsatz mit neuen, innovativen Produkten verwenden (kontinuierliche Variable in logarithmierter Form). NP0 bezeichnet eine binäre Variable, die angibt, ob ein Unternehmen ein neues, innovatives Produkt eingeführt hat. NP075 und NP090 sind ebenfalls binäre Variablen und sagen aus, ob der Umsatz mit innovativen Produkten oberhalb des 75-Perzentils bzw. oberhalb des 90-Perzentils (Verteilungsmomente) liegt. Je höher der relative Umsatz mit innovativen Produkten, desto wichtiger ist die Innovation. Alle anderen Variablen in (4) wurden bereits vorgestellt. X beinhaltet nun auch die Kontrollvariablen NPC, NP0, NP075 und NP090 (zusätzlich zu den Interaktionen zwischen K und NP).

## 9.3. Ergebnisse: Wissenskapital und Produktivität

Die Hauptergebnisse der Schätzungen sind in Tab. 9.1. dargestellt.<sup>15</sup> In allen Schätzungen kontrollieren wir für firmenspezifische Fixeffekte und für zeitbezogene fixe Effekte, d.h. wir berücksichtigen unbeobachtete zeitinvariante und zeitbezogene Heterogenität. Die Kontrollvariablen sollen zudem verhindern, dass unbeobachtete Effekte, welche sich über die Zeit ändern, einen Einfluss auf die festgestellten Zusammenhänge haben.

Wie zu erwarten hat der Wissenskapitalstock eines Unternehmens einen positiven und signifikanten Einfluss auf die Multifaktorproduktivität (TFP) (Tab. 9.1., Spalte (1)). Damit bestätigen wir die Ergebnisse anderer empirischer Untersuchungen (z.B. Hall et al. 2010, Crepon et al. 1998). Wenn wir den Wissenskapitalstock in K(AL) und K(CH) aufteilen, sehen wir, dass nur K(CH) die TFP signifikant erhöht. Auch wenn die relativ starke Korrelation zwischen den Kapitalgrößen (Korrelationskoeffizient = 0.71) die Effekte etwas verzerrern könnte, ergibt sich daraus ein inhaltlicher Anhaltspunkt. Es ist einsichtig, dass der Aufbau von Wissensstöcken mithilfe von Erfindern im Ausland (K(AL)) teurer ist als wenn nur aus dem Wissenspool am Standort Schweiz geschöpft wird. Umso wichtiger ist es, dass aus dem Wissen neue, innovative Produkte entstehen.

Weiterführende Schätzungen zeigen einen positiven Interaktionseffekt zwischen K(AL) und dem Hervorbringen von neuen, innovativen Produkten. Das bedeutet, dass K(AL) **nur dann** einen positiven Beitrag zu TFP erbringt, wenn daraus tatsächlich neue, innovative Produkte entstehen. Wesentlich ist auch, dass der Umsatz aus diesen neuen Produkte bedeutend sein muss. Die Schätzungen in Tab. 9.1., Spalten 3-6, bestätigen diese Sichtweise. Der Interaktionseffekt zwischen K(AL) und den Variablen für neue, innovative Produkte (NPx: NP090, NP075, NP, NPC) ist signifikant und positiv. Ohne neue Produkte wären die Effekte von K(AL) insignifikant, in den meisten Fällen sogar negativ. Die Unternehmen hätten die höheren Kosten des Wissenskapitals zu tragen, aber keine/wenige Erträge daraus, wodurch der Effekt auf TFP insignifikant bzw. negativ ist. Aus K(AL) alleine ergeben sich keine Wettbewerbsvorteile. Erst durch die Kombination zwischen K(AL) und dem Hervorbringen von neuen Produkten können

<sup>15</sup> Die Koeffizienten der Kontrollvariablen sind in der Tabelle A.7.11. im Anhang zu finden.

Wettbewerbsvorteile realisiert werden. Es müssen allerdings weitreichendere Innovationen, d.h. neue Produkte, sein; lediglich modifizierte Güter reichen nicht aus.<sup>16</sup>

Für K(CH) sehen wir keine positiven Interaktionseffekte mit NPx. Brauchen wir demnach keine neuen Produkte, um positive Performance-Effekte zu erzielen? Über welche Kanäle wirkt K(CH)? Tab. 9.1., Spalte 7, liefert eine mögliche Erklärung: K(CH) liefert die positiven Produktivitätseffekte im Zusammenspiel mit dem Anteil der hochqualifizierten Mitarbeiter. K(CH) kann von hochqualifizierten Mitarbeitern besser genutzt werden, da sie ihre Fähigkeiten produktiver einsetzen können und somit die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen erhöhen. Für K(AL) hingegen erwächst der Wettbewerbsvorteil aus neuen Produkten.

Für die Wirtschaftspolitik bedeutet dieses Ergebnis, dass formal gut ausgebildete Mitarbeiter bis zu einem gewissen Grad wesentlich für die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen sind - sofern es darum geht, das am Standort Schweiz generierte Wissen zu verwerten. Neue, innovative Produkte sind jedoch zusätzlich notwendig, um die Investitionen in einen «internationalen» Wissenskapitalstock ökonomisch für den Schweizer Absatzmarkt zu rechtfertigen. Zu beachten ist, dass sich die Performance-Messung ausschliesslich auf den Schweizer Markt bezieht, d.h. wir betrachten die Umsätze mit neuen, innovativen Produkten in der Schweiz (inklusive Exporte) und nicht an Standorten eines Unternehmens weltweit. Diese technologisch anspruchsvollen Produkte werden jedoch zumeist weltweit entwickelt und produziert und über ausländische Unternehmensstandorte abgesetzt. Könnte man die Produktivitätsmessung für die betreffenden Unternehmen weltweit machen, ergäbe sich mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit ein anderes Bild, das wir hier nicht untersuchen können. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen jedoch, dass sich bereits auf einem kleinen Heimatmarkt Wettbewerbsvorteile aus weitreichenden Innovationen zusammen mit F&E-Aktivitäten im Ausland erzielen lassen. Vor dem Hintergrund der sogenannten Fixkostendegression<sup>17</sup> sind die Vorteile auf globalen Märkten vermutlich ungleich grösser.

Zu dem letztgenannten Punkt führen wir einen weiteren empirischen Test durch (siehe Tab. 9.2.). Wir nehmen an, dass die Wahrscheinlichkeit ausländischer Töchter und Vertriebsstandorte zunimmt, je grösser die Unternehmen sind.<sup>18</sup> Demnach müssten K(AL) bei grösseren Unternehmen stärker auf die TFP wirken und die positiven Effekte von K(CH) hauptsächlich auf kleinere Unternehmen zurückzuführen sein. Tab. 9.2. zeigt in der ersten Spalte die bekannten Ergebnisse für alle Unternehmen. In der zweiten Spalte beschränken wir die Schätzung auf alle Unternehmen mit mehr als 250 Beschäftigte. Hier sehen wir – im Gegensatz zu allen Unternehmen – einen signifikanten und positiven Effekt von K(AL) und einen insignifikanten Effekt von K(CH). Nehmen wir die Unternehmen mit weniger als 250 Beschäftigten, sehen wir wiederum das bekannte Ergebnis. In einem weiteren Test erhöhen wir die Beschäftigtengrenze auf 350. Hier werden die Effekte noch deutlicher. Für Unternehmen mit mehr als 350 Beschäftigte führt eine 10% Erhöhung von K(AL) zu einer ca. 2%igen Erhöhung des TFPs (Spalte 4). Dieses Ergebnis deutet auch darauf hin, dass grössere Unternehmen von komplementären «Assets» (z.B. Know-how in weltweitem Marketing, Vertrieb) im eigenen Unternehmen profitieren können, die es ihnen ermöglichen, die erzielten technologischen Fortschritte kommerziell besser zu nutzen.

<sup>16</sup> Die Schätzungen mit Interaktionen mit Variablen, die Produktmodifikationen abbilden, werden hier nicht gezeigt.

<sup>17</sup> F&E-Aktivitäten haben hohe Fixkosten, welche der «Fixkostendegression» unterliegen. Das bedeutet, dass mit steigender Ausbringungsmenge die Fixkostenaufschläge pro produzierter/verkaufter Einheit kleiner werden und somit das Produkt billiger angeboten werden kann und höhere Umsätze erzielen kann (negative Preiselastizität vorausgesetzt).

<sup>18</sup> Somit kann die entwickelte Technologie vielfältiger eingesetzt werden und Gewinne, z.B. über Lizenzverträge, in die Schweiz transferiert werden. Dadurch erhöht sich das TFP in der Schweiz.

**Tab. 9.1. Hauptergebnisse Produktivität**

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	TFP FE	TFP FE	TFP FE 90th	TFP FE 75th	TFP FE any	TFP FE cont	TFP FE ACAD
	K(TOT)	K(CH) K(AL)	K(CH) K(AL)	K(CH) K(AL)	K(CH) K(AL)	K(CH) K(AL)	K(CH, AL) (2 L)
K(TOT)	0.115*** (0.030)						
K(CH),		0.086** (0.034)	0.096*** (0.032)	0.122*** (0.039)	0.115*** (0.041)	0.114*** (0.040)	0.057 (0.039)
K(AL)		0.055 (0.041)	-0.052 (0.042)	-0.125** (0.049)	-0.113** (0.048)	-0.125*** (0.048)	0.037 (0.049)
K(CH)*NP090			-0.004 (0.034)				
K(AL)*NP090			0.124*** (0.041)				
K(CH)*NP075				-0.036 (0.033)			
K(AL)*NP075				0.175*** (0.036)			
K(CH)*NP0					-0.024 (0.033)		
K(AL)*NP0					0.160*** (0.035)		
K(CH)*NPC						-0.001 (0.002)	
K(AL)*NPC						0.008*** (0.002)	
K(CH)*ACAD							0.543* (0.286)
K(AL)*ACAD							-0.224 (0.294)
NP090			-0.025 (0.056)				
NP075				-0.003 (0.050)			
NP0					-0.061 (0.054)		
NPC						-0.002 (0.003)	
ACAD							-0.652 (0.464)
Beobachtungen	851	851	790	790	790	790	837
Unternehmen	429	429	406	406	406	406	418

**Bemerkungen:** OLS Fixed-effects-Schätzer mit heteroskedastizitätsrobusten Standardfehlern. Signifikanzniveaus: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1; alle Schätzungen beinhalten Kontrollvariablen für Unternehmens-Fixeffekte (FE), Zeit-Fixeffekte, Intensität des Preiswettbewerbs, Auslandsbesitz, Alter, und die Basisvariablen für die jeweiligen Interaktionsterme (NPC, NP0, NP075, NP090). Die Variablen für das Wissenskapital sind eine Periode verzögert in die Gleichungen eingesetzt. Die Ergebnisse sind sehr ähnlich, wenn wir eine stärkere Verzögerung nehmen (-2 Jahre). K(CH) steht für den Wissenskapitalstock auf Basis von Patenten, die ausschliesslich von Erfindern in der Schweiz entwickelt wurden. K(AL) steht für den Wissenskapitalstock, der mithilfe von Erfindern im Ausland entwickelt wurde. Die Gesamteffekte von K(AL) bleiben auch in den Gleichungen mit Interaktionstermen aufgrund der t-test Statistik (knapp) insignifikant.

**Tab. 9.2. Produktivitätseffekt nach Firmengrößenklassen**

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	TFP FE ALL SIZE	TFP FE >=250	TFP FE <250	TFP FE >=350	TFP FE <350
K(CH)	0.086**	0.062	0.074**	-0.027	0.092***
	(0.034)	(0.069)	(0.035)	(0.075)	(0.034)
K(AL)	0.055	0.114*	-0.047	0.198***	-0.041
	(0.041)	(0.065)	(0.046)	(0.065)	(0.042)
Beobachtungen	851	325	526	235	616
Unternehmen	429	170	283	130	326

**Bemerkungen:** OLS Fixed-effects-Schätzer mit heteroskedastizitätsrobusten Standardfehlern. Signifikanzniveaus: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1; alle Schätzungen beinhalten Kontrollvariablen für Unternehmens-Fixeffekte (FE), Zeit-Fixeffekte, Intensität des Preiswettbewerbs, Auslandsbesitz, Alter, technologisches Potenzial. Die Variablen für das Wissenskapital sind eine Periode verzögert in die Gleichungen eingesetzt. K(CH) steht für den Wissenskapitalstock auf Basis von Patenten, die ausschliesslich von Erfindern in der Schweiz entwickelt wurden. K(AL) steht für den Wissenskapitalstock, der mithilfe von Erfindern im Ausland entwickelt wurde.

# 10. Zusammenfassung

Neue technologische Entwicklungen, innovative Produkte und Dienstleistungen sind wesentlicher Bestandteil der internationalen Wettbewerbsfähigkeit Schweizer Unternehmen. Ohne Innovationen wäre es schwierig den hohen materiellen Lebensstandard zu behalten. Deshalb ist es nicht nur wesentlich die Innovationsleistungen zu beobachten (effektives Monitoring), sondern auch besser zu verstehen, welche Faktoren mithelfen, die Innovationsperformance der Unternehmen zu erhöhen bzw. Anreize für innovatives Verhalten zu schaffen.

In dieser Studie betrachten wir die Wirkung von technologischen Spillovers für die Unternehmensperformance. Dabei unterscheiden wir zwei Typen von Spillovers: Spillovers aus Wissenskapitalstöcken, die mithilfe von Erfindern im Ausland aufgebaut wurden, und aus Wissenskapitalstöcken, die ausschliesslich von Erfindern in der Schweiz aufgebaut wurden. Dadurch können wir nicht nur den Zusammenhang zwischen Spillovers und neuen Erfindungen untersuchen, sondern wir können auch herausfinden, ob Unternehmen, die ausschliesslich am Forschungsstandort Schweiz aktiv sind, von den internationalen Forschungsaktivitäten anderer Unternehmen profitieren können.

In einem weiteren Schritt untersuchen wir, ob die Erhöhung der Wissenskapitalstöcke (unter anderem durch Spillovers) auch Effekte auf die Innovationsleistung (Umsatz mit neuen, innovativen Produkten) und der Produktivität des Unternehmens hat. Dadurch kann der Beitrag von technologischen Spillovers auf unterschiedlichen Stufen der Unternehmensperformance gemessen werden. Die zur Verfügung stehenden ökonomischen Analysen finden zumeist einen positiven Zusammenhang zwischen Wissenskapital und Performance. Die vorliegende Analyse zeigt ein etwas differenzierteres Bild.<sup>19</sup>

## Ergebnisse auf Ebene neuer technologischer Entwicklungen

Spillovers haben einen positiven Effekt auf die Anzahl der Patente, die ein Unternehmen entwickelt. Das gilt sowohl für Patente, die mithilfe von Erfindern im Ausland entwickelt werden (AL-Patente), als auch für Patente, die ausschliesslich in der Schweiz entwickelt wurden (CH-Patente). In Zahlen ausgedrückt sehen wir, dass eine Erhöhung der technologischen Spillovers um 10% die Anzahl der Patente insgesamt um 1.1% erhöht.

Diese Spillovereffekte sind für AL-Patente (1.3%) deutlich höher als für CH-Patente (0.6%). Als Ereigniswahrscheinlichkeit ausgedrückt, erhöht sich die Wahrscheinlichkeit eines zusätzlichen Patents insgesamt um 11.7 PP (Prozentpunkte), wenn sich die Spillovers um eine Einheit erhöhen. Die dementsprechenden Werte belaufen sich auf 6.4 PP für CH-Patente und 13.7 PP für AL-Patente. Die stärkere Wirkung von technologischen Spillovers auf die Entwicklung von AL-Patenten im Vergleich zu CH-Patenten bedeutet, dass diese Spillovers die Wahrscheinlichkeit von Patenten mit Beteiligung ausländischer Erfinder (AL-Patente) stärker erhöhen als die von CH-Patenten. Damit fördern Spillovers die Internationalität der F&E in der Schweiz auch bei den gegebenen wirtschaftspolitischen Rahmenbedingungen.

In einem weiteren Schritt unterteilen wir die technologischen Spillovers in zwei Typen. a) Spillovers, die vom Wissenskapitalstock ausgehen, der mithilfe von Erfindern im Ausland aufgebaut wurde (SPILL(AL)) und b) Spillovers, die vom Wissenskapitalstock ausgehen, der ausschliesslich mit Erfindern im Inland (SPILL(CH)) aufgebaut wurde.

Der positive Effekt der Spillovers scheint ausschliesslich von technologischen Entwicklungen auszugehen, die mit Beteiligung von Erfindern im Ausland generiert worden sind. Diese Aussage gilt nicht nur für die Patente insgesamt und Patente, die mit Erfindern im Ausland entwickelt wurden, sondern auch

<sup>19</sup> Es gilt zu beachten, dass wir die ökonomischen Untersuchungen auf den Industriebereich beschränken, da die Messung des Wissenskapitals über patentierte Erfindungen im Dienstleistungsbereich problembehaftet ist.

für Patente, die ausschliesslich von Erfindern in der Schweiz entwickelt wurden. Somit profitieren auch Unternehmen mit ausschliesslich national ausgerichteten F&E-Anstrengungen von der Internationalisierung der F&E anderer Unternehmen. Die Berechnungen aufgrund der zur Verfügung stehenden Daten deuten darauf hin, dass eine 10%ige Erhöhung der SPILL(AL), die Anzahl der CH-Patente um 1.7 % erhöht

### **Ergebnisse auf Ebene neuer innovativer Produkte**

Spillovers erhöhen die Wissenskapitalstöcke der Unternehmen, die wiederum einen Einfluss auf den kommerziellen Erfolg der innovativen Produkte haben sollten. Je höher der technologische Wissensstock, desto erfolgreicher sind die innovativen Produkte am Markt. Die Wirkung von technologischen Spillovers auf die Produktinnovation wird somit indirekt über die Wissenskapitalbildung gemessen.

Wir unterscheiden zwischen Wissenskapital, das auf Basis von Patenten mit Beteiligung ausländischer Erfindern gebildet wurde (K(AL)), und Wissenskapital, das aus Patenten besteht, die ausschliesslich von inländischen Erfindern entwickelt worden sind (K(CH)). Die ökonometrischen Schätzungen zeigen, dass eine Erhöhung des Wissenskapitals auch **den kommerziellen Erfolg** von neuen und innovativen Produkten des Unternehmens in der Schweiz (inkl. Exporte) **signifikant erhöht**. Dieser Gesamteffekt wird vom **internationalen** Wissenskapital (K(AL)) und nicht vom nationalen Wissenskapital getrieben. Nur K(AL) zeigt eine signifikante und positive Wirkung auf die Umsätze mit innovativen Produkten. Wesentlich ist, dass die Effekte mit einer Zeitverzögerung von ca. 1-2 Jahren deutlich werden, wobei die Umsetzungsdauer (Kapitalstock in neue, kommerzialisierbare Produkte) für Produkte mit höherem Innovationsgrad länger ist als für Produkte mit niedrigerem Innovationsgrad. Mit einer Verzögerung von 2 Jahren erhöhen sich die Umsätze mit neuen, innovativen Produkten um ca. 2%, wenn sich der ausländische Wissenskapitalstock (K(AL)) um 1% erhöht. Bei modifizierten Produkten beträgt diese Elastizität rund 1.7%. Wir sehen im Vergleich dazu keine signifikanten Effekte des nationalen Wissenskapitalstocks (K(CH)).

Technologische Spillovers erhöhen die Wahrscheinlichkeit, dass Unternehmen neue Patente hervorbringen; diese fördern den Aufbau des Wissenskapitals in einem Unternehmen, das wiederum positiv auf den kommerziellen Erfolg neuer, innovativer Produkte wirkt. Dieser «Mechanismus» wird eindeutig von Patenten und Spillovers getrieben, die mithilfe von Erfindern im Ausland entwickelt worden sind.

### **Ergebnisse auf Ebene des Unternehmens**

Um Aussagen über die Effekte auf die Wettbewerbsfähigkeit einer Unternehmung zu machen, führen wir eine Produktivitätsschätzung durch. Diese liefert uns den Nettoeffekt (Erträge minus der Kosten) der Wissenskapitalbildung. Das Wissenskapital steht in einem positiven und signifikanten Zusammenhang mit der Produktivität eines Unternehmens. Wenn wir das Wissenskapital nach nationalem (K(CH)) und internationalem Wissenskapitalstock (K(AL)) aufteilen, dann sehen wir für K(AL) keine signifikanten Effekte. Demnach wäre es wirtschaftlicher nur in die Bildung von nationalen Wissenskapitalstöcken zu investieren. Vertiefende Analysen zeigen jedoch ein differenzierteres Bild.

Die Wirkung des internationalen Wissenskapitalstocks wird stärker, wenn es dem Unternehmen gelingt ein neues, innovatives Produkt mit relativ hohen Umsätzen hervorzubringen. Dahingegen ist der insgesamt positive Effekt des nationalen Wissensstocks auf die Kombination mit hoch qualifizierten Mitarbeitern angewiesen. Nur wenn in einem Unternehmen beide Komponenten vorliegen - eigener Wissensstock und formal gut ausgebildete Mitarbeiter (gemessen am Anteil von Akademikern an der Belegschaft) - , sehen wir einen positiven Produktivitätseffekt.

Ein weiterer wichtiger Aspekt für die produktivitätssteigernde Wirkung des internationalen Wissensstocks ist die Unternehmensgrösse. Grosse Unternehmen verfügen in der Regel über sogenannte «complementary assets» (z.B. internationales Marketing, Vertriebskanäle) die positiv auf die Vermark-

tung innovativer Produkte wirken. Darüber hinaus steigt mit der Unternehmensgrösse die Wahrscheinlichkeit der internationalen Ausrichtung der Unternehmung (z.B. durch Zweigniederlassungen). Damit können sie von der «Fixkostendegression» profitieren, d.h. sie können die hohen, fixen F&E Investitionen über eine potenziell grössere Produktionsmenge verteilen, was die Erträge - durch unternehmensinterne Verrechnungsvorgänge - auch in der Schweiz steigert. Für kleinere Unternehmen sehen wir den positiven Zusammenhang daher nur für das nationale Wissenskapital (K(CH)).

### Wirtschaftspolitische Überlegungen

Die wirtschaftspolitischen Überlegungen beziehen sich auf F&E-affine Unternehmen und nicht auf die Unternehmenslandschaft in der Schweiz insgesamt.

- a) **Unterstützung internationaler Kooperationen** zur Entwicklung neuer Technologien führen zu technologischen Spillovers. Das international generierte Wissen hilft auch den eher national ausgerichteten Unternehmen bei der Entwicklung eigener Technologien. Durch die Ansammlung von internationalem Wissen erhöht sich die «absorptive capacity», das technologische Verständnis, das nötig ist, um Technologien zu imitieren oder zu modifizieren. Verbesserte Rahmenbedingungen für die Kooperation mit ausländischen Erfindern fördern somit auch die Imitation und Modifikation von Produkten.
- b) Erleichterter Zugang von ausländischen Erfindern in den Schweizer **Arbeitsmarkt** fördert ebenfalls Spillovers.
- c) Erleichterter Zugang zu **Absatzmärkten** im Ausland. Für kleine Unternehmen ist es schwierig die Kosten des internationalen Wissenskapitals zu decken; somit entstehen keine Investitionsanreize. Effizienter Zugang zu grösseren Märkten ermöglicht es, die hohen Fixkosten auf eine grössere Absatzmenge zu verteilen und verstärkt die Anreize, F&E international auszurichten.
- d) **Risiko** der Wissenskapitalbildung. Das Risiko der erfolgreichen Vermarktung wissensbasierter Produkte ist für kleinere Unternehmen sehr gross. Das sollte wirtschaftspolitisch stärker berücksichtigt werden, z.B. durch Anlaufstellen und Unterstützungsangebote für Schweizer Unternehmen auch im Ausland.
- e) Öffentliches Monitoring von Technologieclustern: Häufig wird das relevante Wissen in internationalen Technologieclustern zu finden sein (z.B. San Francisco). Die Wirtschaftspolitik könnte über die technologischen Profile internationaler Cluster informieren. Es ist zu erwarten, dass davon auch indirekt der Standort Schweiz profitiert, wenn komplementäres Wissen rasch gefunden wird bzw. Doppelspurigkeiten in der F&E vermieden werden können.

### Überlegungen für zukünftige Forschungsarbeiten

Die vorliegende Studie liefert robuste Ergebnisse hinsichtlich möglicher Spillover-Effekte, die durch ausländische Wissensaktivitäten Schweizer Firmen entstehen. Ausserdem zeigt sie auf, inwieweit die Innovationsperformance und Produktivität Schweizer Firmen durch ausländische Wissensaktivitäten berührt sind. Selbstverständlich hat unsere Studie auch Limitationen, die vor allem daher rühren, dass die Spillover- und Wissensmasse nur auf Basis von Patenten gemessen werden können. Für bessere Masse bräuchte man umfassende Firmendaten, die genau abbilden, welche technologischen Aktivitäten Schweizer Firmen im Ausland verfolgen, wo diese stattfinden und welche Akteure beteiligt sind. Ausserdem benötigte man umfassendere Daten zu internationalen Kooperationsbeziehungen als auch zu Beziehungen Schweizer Firmen untereinander.

Eine weitere Überlegung bezieht sich auf den Abfluss von Wissen: Durch Wissensaktivitäten Schweizer Firmen ist es wahrscheinlich, dass die Firmen auch an ausländischen Standorten Wissensspillovers generieren, die vor allem dort ansässigen Firmen zugutekommen. Dadurch fliesst auch ursprünglich in der Schweiz generiertes Wissen ab. Dies könnte insbesondere ein Problem sein, wenn es zu Ungleichgewichten kommt, das heisst, dass mehr Wissen abfliesst als in den Standort Schweiz einfliesst. Zukünftige Studien könnten versuchen diese gegenläufigen Spillover-Effekte zu quantifizieren.

# Literaturverzeichnis

- Arvanitis, S. und H. Hollenstein. 2007. „Determinants of Swiss Firms' R&D Activities at Foreign Locations: An Empirical Analysis Based on Firm-level Data." *Progress in International Business Research* 1: 61-90.
- Arvanitis, S. und H. Hollenstein. 2011. „How Do Different Drivers of R&D Investment in Foreign Locations Affect Domestic Firm Performance? An Analysis Based on Swiss Panel Micro data, Industrial and Corporate Change." *Industrial and Corporate Change* 20(2): 605-640.
- Arvanitis, S., F. Seliger, und M. Wörter. 2016. „Knowledge Spillovers and their Impact on Innovation Success - A New Approach Using Patent Backward Citations." *KOF Working Papers* 414.
- Arvanitis, S., F. Seliger, A. Spescha, T. Stucki, und M. Wörter. 2016. „Der Innovations-Champion Schweiz schwächelt." *Die Volkswirtschaft* 89(1-2): 53-56.
- Arvanitis, S., F. Seliger, A. Spescha, T. Stucki, und M. Wörter. 2017. „Die Entwicklung der Innovationsaktivitäten in der Schweizer Wirtschaft 1997-2014." *Strukturberichterstattung Nr. 51*, Staatssekretariat für Wirtschaft (Hrsg.), Bern (erhältlich auch als KOF Studie Nr. 88).
- Arvanitis, S., F. Seliger, K. Veseli, und M. Wörter. 2015. „Patentportfolio Schweiz." KOF Studien Nr. 73. Studie im Auftrag des Staatssekretariats für Bildung, Forschung und Innovation SBFI, Zürich.
- Belitz, H. 2017. „Unternehmen mit Forschung im Ausland stärken den Forschungsstandort Deutschland." *DIW Wochenbericht* 47: 1060-1069.
- BFS (Bundesamt für Statistik). 2017. „F+E der Schweiz 2015." Neuchâtel.
- Bloom, N., M. Schankerman, und J. Van Reenen. 2013. „Identifying Technology Spillovers and Product Market Rivalry." *Econometrica* 81(4): 1347-1393.
- Bolli, T., F. Seliger, und M. Wörter. 2017. „Technological Diversity, Uncertainty and Innovation Performance." mimeo.
- Cohen, W. M., und D. A. Levinthal. 1989. „Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation." *Administrative Science Quarterly* 35(1): 128-152.
- Cohen, W.M. 2010. „Fifty years of Empirical Studies of Innovative Activity and Performance." *Handbook of the Economics of Innovation* 1: 129-213.
- Crepon, B., E. Duguet, und J. Mairesse. 1998. „Research, Innovation And Productivity: An Econometric Analysis At The Firm Level." *Economics of Innovation and New Technology* 7(2): 115–158.
- Economiesuisse/BFS. 2017. „Forschung und Entwicklung der schweizerischen Privatwirtschaft 2015." Zurich/Neuchâtel.
- Garcia-Vega, M. 2006. „Does technological diversification promote innovation?: An empirical analysis for European firms." *Research Policy* 35(2): 230-246.

- Hall, B. H., J. Mairesse, und P. Mohnen. 2010. „Measuring the returns to R&D.“ In *Handbook of the Economics of Innovation 2*: 1033-1082, B. H. Hall, und N. Rosenberg (Hrsg.).
- Hollenstein, H. 2009. „Characteristics of Foreign R&D Strategies of Swiss Firms: Implications or Policy.“ In *The New Economics of Technology Policy 1*: 248-271 , D. Foray (Hrsg.). Cheltenham: Edward Elgar.
- Jaffe, A. B. 1986. „Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firms' Patents, Profits, and Market Value.“ *The American Economic Review* 76(5): 984-1001.
- Leten, B., R. Belderbos, und B. Van Looy. 2007. „Technological diversification, coherence, and performance of firms.“ *Journal of Product Innovation Management* 24(6): 567-579.
- Levinsohn, J., und A. Petrin. 2003. „Estimating Production Inputs to Functions Using Control for Unobservables.“ *The Review of Economic Studies* 70: 317–341.
- Van Looy, B., C. Vereyden, und U. Schmoch. 2015. „Patent Statistics: Concordance IPC V8 – NACE REV. 2“ version 2.0. Eurostat European Commission.
- Loecker, D., und J-W. Frederic. 2012. „Markups and Firm-Level Export Status: Appendix.“ *American Economic Review* 102(6): 2437–2471.
- Olley, B. Y. G. S., und A. Pakes. 1996. „The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry.“ *Econometrica* 64(6): 1263–1297.
- De Rassenfosse, G., H. Dernis, D. Guillec, L. Picci, und B. de la Potterie. 2013. „The worldwide count of priority patents: A new indicator of inventive activity.“ *Research Policy* 42(3): 720-737.

# Anhang

## F&E im Ausland

**Tab. A.2.1. Firmen mit F&E-Auslandsaktivitäten nach Sektoren und Grösse**

- Basis: F&E-treibende Firmen
- Anteil in %

	2002	2005	2008	2011	2013	2015
<b>Hightech</b>	16	24	23	19	21	18
<b>Lowtech</b>	10	11	18	15	15	14
<b>Traditionell</b>	8	10	13	10	29	36
<b>Modern</b>	9	15	21	7	14	8
<b>Kleine</b>	8	11	16	7	16	14
<b>Mittlere</b>	12	18	19	23	26	22
<b>Grosse</b>	23	33	42	34	44	33
<b>Total</b>	10	14	18	11	20	18

**Tab. A.2.2. Firmen mit F&E-Auslandsaktivitäten nach Region**

- Basis: F&E-treibende Firmen
- Anteil in %

	2002	2005	2008	2011	2013	2015
<b>USA</b>	14	24	27	19	32	29
<b>EU</b>	87	85	89	78	70	84
<b>Japan</b>	4	3	11	6	3	5
<b>Sonstige</b>	20	40	39	34	34	28

# Motive der F&E-Auslandaktivitäten

**Tab. A.3.1. Motive der F&E-Auslandsaktivitäten nach Sektoren**

- Basis: Firmen mit F&E-Auslandsaktivitäten
- Abfragemethode: Anteil wichtiger Motive (Werte 4 oder 5 auf einer 5-stufigen Likert-Skala)
- Anteil in %
- \* Zu wenig Beobachtungen für eine Betrachtung der traditionellen- und modernen Dienstleistungen
- \*\* Total bezieht sich auf Sektoren exkl. Bau

		2002	2005	2008	2011	2013	2015
<b>Nähe zu Universitäten*</b>	Hightech	27	26	23	38	22	39
	Lowtech	28	29	30	30	27	17
	<b>Total**</b>	<b>24</b>	<b>28</b>	<b>31</b>	<b>23</b>	<b>16</b>	<b>17</b>
<b>Nähe zu innovativen Firmen</b>	Hightech	42	32	43	39	27	37
	Lowtech	38	31	41	20	22	21
	<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>30</b>	<b>48</b>	<b>31</b>	<b>39</b>	<b>34</b>
<b>Wissenstransfer in die Schweiz</b>	Hightech	20	15	21	16	13	31
	Lowtech	34	29	12	24	27	10
	<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>23</b>	<b>28</b>	<b>24</b>	<b>28</b>
<b>Unterstützung der Produktion/Verkauf im Ausland</b>	Hightech	38	50	31	39	43	41
	Lowtech	41	33	16	33	33	31
	<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>39</b>	<b>30</b>	<b>36</b>	<b>33</b>	<b>21</b>
<b>Bessere Verfügbarkeit von F&amp;E-Personal</b>	Hightech	41	31	34	35	28	38
	Lowtech	34	24	32	13	27	32
	<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>25</b>	<b>27</b>	<b>26</b>	<b>36</b>	<b>41</b>
<b>Niedrigere F&amp;E-Kosten</b>	Hightech	33	38	21	35	28	30
	Lowtech	35	38	37	23	31	24
	<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>45</b>	<b>21</b>	<b>43</b>	<b>37</b>	<b>43</b>
<b>Stärkere öffentliche Förderung von F&amp;E</b>	Hightech	13	18	11	23	18	16
	Lowtech	18	8	27	10	31	30
	<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>11</b>	<b>17</b>	<b>22</b>

**Tab. A.3.2. Motive der F&E-Auslandsaktivitäten nach Grösse**

- Basis: Firmen mit F&E-Auslandsaktivitäten
- Abfragemethode: Anteil wichtiger Motive (Werte 4 oder 5 auf einer 5-stufigen Likert-Skala)
- Anteil in %

		2002	2005	2008	2011	2013	2015
<b>Nähe zu Universitäten</b>	KMU	22	29	32	22	15	15
	Grosse	37	22	21	27	19	35
	Total	24	28	31	23	16	17
<b>Nähe zu innovativen Firmen</b>	KMU	47	32	47	31	34	33
	Grosse	36	23	59	32	65	42
	Total	46	30	48	31	39	34
<b>Wissenstransfer in die Schweiz</b>	KMU	31	26	24	29	19	28
	Grosse	28	17	14	20	51	30
	Total	30	25	23	28	24	28
<b>Unterstützung der Produktion/Verkauf im Ausland</b>	KMU	23	37	23	34	25	18
	Grosse	59	55	73	50	74	48
	Total	27	39	30	36	33	21
<b>Bessere Verfügbarkeit von F&amp;E-Personal</b>	KMU	45	26	28	25	31	43
	Grosse	32	20	21	28	61	32
	Total	43	25	27	26	36	41
<b>Niedrigere F&amp;E-Kosten</b>	KMU	31	47	23	45	40	43
	Grosse	10	31	12	27	21	42
	Total	29	45	21	43	37	43
<b>Stärkere öffentliche Förderung von F&amp;E</b>	KMU	10	21	23	11	19	23
	Grosse	7	16	8	16	9	21
	Total	10	20	21	11	17	22

**Tab. A.3.3. Motive der F&E-Auslandsaktivitäten nach Region**

- Basis: Firmen mit F&E-Auslandsaktivitäten
- Abfragemethode: Anteil wichtiger Motive (Werte 4 oder 5 auf einer 5-stufigen Likert-Skala)
- Anteil in %

		2002	2005	2008	2011	2013	2015
<b>Nähe zu Universitäten</b>	EU/USA/Kanada	28	33	29	27	20	19
	Sonstige	9	21	41	24	6	17
<b>Nähe zu innovativen Firmen</b>	EU/USA/Kanada	46	34	49	44	39	39
	Sonstige	45	26	46	22	37	32
<b>Wissenstransfer in die Schweiz</b>	EU/USA/Kanada	35	23	15	48	33	33
	Sonstige	13	27	27	10	7	25
<b>Unterstützung der Produktion/Verkauf im Ausland</b>	EU/USA/Kanada	25	33	32	28	32	12
	Sonstige	34	48	34	59	34	49
<b>Bessere Verfügbarkeit von F&amp;E-Personal</b>	EU/USA/Kanada	42	29	31	36	37	43
	Sonstige	48	19	27	20	33	53
<b>Niedrigere F&amp;E-Kosten</b>	EU/USA/Kanada	31	41	19	38	23	29
	Sonstige	18	51	29	49	64	61
<b>Stärkere öffentliche Förderung von F&amp;E</b>	EU/USA/Kanada	11	22	25	12	13	19
	Sonstige	7	18	21	12	26	38

**Tab. A.3.4. Aggregierte Motive der F&E-Auslandsaktivitäten nach Sektoren**

- Basis: Firmen mit F&E-Auslandsaktivitäten
- Abfragemethode: Anteil wichtiger Motive (Werte 4 oder 5 auf einer 5-stufigen Likert-Skala)
- Anteil in %
- \* Zu wenig Beobachtungen für eine Betrachtung der traditionellen- und modernen Dienstleistungen

		2002	2005	2008	2011	2013	2015
<b>Wissensmotiv*</b>	Hightech	63	52	56	63	45	60
	Lowtech	61	48	64	46	51	32
	Total	67	60	71	52	54	47
<b>Absatzmotiv</b>	Hightech	38	50	31	39	43	41
	Lowtech	41	33	16	33	33	31
	Total	27	39	30	36	33	21
<b>Kosten/ Ressourcenmotiv</b>	Hightech	51	50	46	57	49	61
	Lowtech	60	48	50	30	57	64
	Total	54	53	39	53	57	68

**Tab. A.3.5. Aggregierte Motive der F&E-Auslandsaktivitäten nach Grösse**

- Basis: Firmen mit F&E-Auslandsaktivitäten
- Abfragemethode: Anteil wichtiger Motive (Werte 4 oder 5 auf einer 5-stufigen Likert-Skala)
- Anteil in %

		2002	2005	2008	2011	2013	2015
<b>Wissensmotive</b>	KMU	68	64	71	53	50	45
	Grosse	64	37	67	49	75	65
	Total	67	60	71	52	54	47
<b>Absatzmotive</b>	KMU	23	37	23	34	25	18
	Grosse	59	55	73	50	74	48
	Total	27	39	30	36	33	21
<b>Kosten-/ Ressourcenmotiv</b>	KMU	56	54	41	54	54	70
	Grosse	37	48	25	47	73	56
	Total	54	53	39	53	57	68

**Tab. A.3.6. Aggregierte Motive der F&E-Auslandsaktivitäten nach Region**

- Basis: Firmen mit F&E-Auslandsaktivitäten
- Abfragemethode: Anteil wichtiger Motive (Werte 4 oder 5 auf einer 5-stufigen Likert-Skala)
- Anteil in %

		2002	2005	2008	2011	2013	2015
<b>Wissensmotive</b>	EU/USA/Kanada	71	62	65	71	59	56
	Sonstige	55	59	80	37	43	43
<b>Absatzmotiv</b>	EU/USA/Kanada	25	33	32	28	32	12
	Sonstige	34	48	34	59	34	49
<b>Kosten-/Ressourcenmotiv</b>	EU/USA/Kanada	53	52	48	48	51	62
	Sonstige	58	55	33	62	69	78

## Externe F&E-Aufträge

**Tab. A.4.1. Externe F&E-Aufträge im Ausland allgemein**

- Basis: Firmen mit externen F&E-Aufträgen
- Anteil in %

	2002	2005	2008	2011	2013	2015
<b>Hightech</b>	38	54	44	32	40	48
<b>Lowtech</b>	28	29	37	38	35	24
<b>Traditionell</b>	51	26	42	31	64	54
<b>Modern</b>	15	42	24	47	21	37
<b>Kleine</b>	31	37	26	32	35	34
<b>Mittlere</b>	39	41	45	40	52	39
<b>Grosse</b>	45	52	61	52	68	58
<b>USA/Kanada</b>	31	41	33	35	34	39
<b>EU</b>	92	88	90	87	85	89
<b>Japan</b>	8	10	9	12	11	8
<b>Sonstige</b>	18	37	34	43	36	35
<b>Total</b>	34	39	36	36	44	38

**Tab. A.4.2. Externe F&E-Aufträge an Partner im Ausland nach Typus des Partners und Sektoren**

- Basis: Firmen mit externen F&E-Aufträgen
- Anteil in %

		2002	2005	2008	2011	2013	2015
<b>Uni und Forschungseinrichtungen</b>	Hightech	64	60	57	65	51	58
	Lowtech	49	74	56	63	64	54
	Traditionell	56	46	51	85	81	54
	Modern	39	42	10	28	33	23
<b>Unternehmen</b>	Hightech	60	65	68	61	74	64
	Lowtech	55	43	55	60	64	67
	Traditionell	44	55	54	24	52	92
	Modern	61	60	99	79	82	87

**Tab. A.4.3. Externe F&E-Aufträge an Partner im Ausland nach Typus des Partners und Grösse**

- Basis: Firmen mit externen F&E-Aufträgen
- Anteil in %

		2002	2005	2008	2011	2013	2015
<b>Uni und Forschungseinrichtungen</b>	KMU	51	50	47	57	63	45
	Grosse	70	69	50	84	81	70
	Total	53	52	47	60	67	48
<b>Unternehmen</b>	KMU	55	58	64	55	65	76
	Grosse	51	76	78	59	46	71
	Total	55	60	67	55	61	75

# F&E-Kooperationen

**Tab. A.5.1. F&E-Kooperationen im Ausland allgemein**

- Basis: Firmen mit F&E-Kooperationen
- Anteil in %
- \* in diesen Jahren wurden keine Daten zu China und Indien erhoben

	2002	2005	2008	2011	2013	2015
<b>Hightech</b>	72	83	81	74	67	64
<b>Lowtech</b>	66	54	63	69	57	61
<b>Traditionell</b>	71	67	15	67	78	63
<b>Modern</b>	52	49	50	36	82	79
<b>KMU</b>	61	58	56	62	69	64
<b>Grosse</b>	81	80	59	82	72	80
<b>USA/Kanada</b>	17	29	32	27	33	32
<b>EU</b>	92	81	86	68	86	85
<b>Japan</b>	2	3	13	5	6	7
<b>China/Indien</b>	*	17	23	34	*	*
<b>Sonstige</b>	14	32	25	13	16	31
<b>Total</b>	63	60	56	63	70	65

**Tab. A.5.2. F&E-Kooperationen mit ausländischen Partnern nach Typus des Partners**

- Basis: Firmen mit F&E-Kooperationen im Ausland
- Anteil in %

		2002	2005	2008	2011	2013	2015
<b>Kunden</b>	Inland	46	46	53	43	51	62
	Ausland	21	28	28	30	30	31
	<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>58</b>	<b>67</b>	<b>57</b>	<b>60</b>	<b>67</b>
<b>Zulieferer</b>	Inland	39	43	51	46	44	47
	Ausland	33	30	30	46	54	47
	<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>55</b>	<b>65</b>	<b>65</b>	<b>71</b>	<b>71</b>
<b>Firmen aus der gleichen Industrie</b>	Inland	30	28	29	32	28	22
	Ausland	18	20	15	12	18	9
	<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>35</b>	<b>29</b>
<b>Firmen aus einer anderen Branche</b>	Inland	37	19	44	38	17	17
	Ausland	14	16	9	13	12	16
	<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>28</b>	<b>46</b>	<b>42</b>	<b>26</b>	<b>28</b>
<b>Firmen aus dem gleichen Unternehmen</b>	Inland	16	17	18	21	18	12
	Ausland	12	15	19	23	15	19
	<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>28</b>	<b>33</b>	<b>39</b>	<b>29</b>	<b>28</b>
<b>Universitäten / Hochschulen</b>	Inland	38	34	37	36	39	45
	Ausland	14	14	14	15	13	9
	<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>40</b>	<b>45</b>	<b>46</b>	<b>47</b>	<b>49</b>
<b>Andere Forschungseinrichtungen</b>	Inland	13	17	18	18	15	19
	Ausland	10	7	17	10	8	7
	<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>28</b>	<b>25</b>	<b>21</b>	<b>24</b>

## Patente

**Tab. A.6.1. Patentfamilien nach Erfinderregionen**

- Basis: Patentfamilien mit Schweizer Anmelder mit mind. 1 Erfinder im Ausland
- Anteil in %

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>USA/ Kanada</b>	26.3	23.6	20.5	20.5	22.6	19.4	17.1	17.6	17.7	19.1	19.0	19.4	17.4
<b>EU</b>	72.7	77.7	82.0	82.4	79.0	81.1	82.4	82.2	84.2	81.6	82.1	78.5	80.9
<b>China/ Indien</b>	0.4	0.3	0.5	1.2	1.8	2.5	4.4	4.6	4.9	5.1	6.7	6.0	6.0
<b>Andere</b>	10.3	8.5	7.2	7.0	7.6	8.8	7.3	8.6	7.8	8.4	7.8	9.6	6.0

**Tab. A.6.2. Patentfamilien nach Erfinderländern im Ausland**

- Basis: Patentfamilien mit Schweizer Anmelder mit mind. 1 Erfinder im Ausland
- Anteil in %

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Österreich</b>	3.2	3.7	2.6	2.6	2.7	2.8	3.4	2.5	2.9	3.1	3.0	2.5	2.3
<b>Deutschland</b>	30.2	35.8	37.2	36.2	37.1	38.3	38.0	35.0	31.4	28.2	28.6	25.1	29.6
<b>Dänemark</b>	0.3	1.2	0.5	0.6	0.3	0.7	0.4	0.4	0.4	0.2	0.5	0.5	0.4
<b>Spanien</b>	0.3	0.7	0.4	1.0	0.7	0.8	0.5	0.4	1.4	0.7	0.6	0.6	0.7
<b>Finnland</b>	1.8	1.3	0.9	0.9	0.8	0.9	1.1	0.7	1.7	1.5	2.1	1.4	1.5
<b>Frankreich</b>	12.9	14.6	17.9	17.9	14.8	17.6	16.5	20.0	23.4	23.6	23.6	24.4	23.1
<b>Gross Britannien</b>	4.9	3.0	3.9	4.6	3.4	3.3	3.2	3.5	2.7	5.6	4.9	5.9	5.0
<b>Italien</b>	4.9	6.8	7.8	7.5	7.0	5.4	7.3	5.8	7.0	5.6	6.1	5.1	4.8
<b>Niederlande</b>	4.7	3.4	2.4	2.8	1.0	1.7	1.5	1.7	1.8	1.3	1.2	1.6	1.1
<b>Schweden</b>	7.6	6.1	5.4	5.0	7.9	6.9	7.2	8.4	7.6	7.8	7.2	6.9	7.8

**Tab. A.6.3. Patentfamilien mit Erfindern nur in der Schweiz nach Sektoren**

- Basis: Patentfamilien Schweizer Anmelder
- Anteil in %

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Hightech</b>	58.8	58.9	59.2	56.5	49.5	49.1	48.0	52.6	52.4	48.4	47.5	48.2	46.9
<b>Lowtech</b>	53.2	58.6	57.7	44.6	43.4	41.8	44.1	53.3	55.0	52.3	50.3	47.0	46.6
<b>IKT</b>	23.9	39.1	42.6	37.2	28.2	36.5	37.6	40.6	41.9	46.8	43.2	49.9	47.2

**Tab. A.6.4. Patentfamilien mit Erfinder im Ausland nach Sektoren**

- Basis: Patentfamilien Schweizer Anmelder mit mind. 1 Erfinder im Ausland
- Anteil in %

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Hightech</b>	41.2	41.1	40.8	43.5	50.5	50.9	52.0	47.4	47.6	51.6	52.5	51.8	53.1
<b>Lowtech</b>	46.8	41.4	42.3	55.4	56.6	58.2	55.9	46.7	45.0	47.7	49.7	53.0	53.4
<b>IKT</b>	76.1	60.9	57.4	62.8	71.8	63.5	62.4	59.4	58.1	53.2	56.8	50.1	52.8

# Patente gewichtet mit dem Anteil ausländischer Ko-Erfindern an der Erfindergesamtzahl

Abb. A.6.1. Beispiel für eine Patentanmeldung eines Schweizer Anmelders, die ausschliesslich Erfinder aus dem Ausland aufweist

<p>(19)  <b>Europäisches Patentamt</b> European Patent Office Office européen des brevets</p>	
<p>(11) <b>EP 3 376 627 A1</b></p>	
<p>(12) <b>EUROPEAN PATENT APPLICATION</b></p>	
<p>(43) Date of publication: <b>19.09.2018 Bulletin 2018/38</b></p>	<p>(51) Int Cl.: <b>H02J 3/38 (2006.01)</b></p>
<p>(21) Application number: <b>17160732.8</b></p>	
<p>(22) Date of filing: <b>14.03.2017</b></p>	
<p>(84) Designated Contracting States: <b>AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR</b> Designated Extension States: <b>BA ME</b> Designated Validation States: <b>MA MD</b></p>	<p>(72) Inventors: • <b>TUCKEY, Andrew</b> Livingstone, NT 0837 (AU) • <b>WALTON, Simon</b> 4112 Napier (NZ)</p> <p>(74) Representative: <b>Savela, Reino Aleks</b> <b>ABB AB</b> Intellectual Property Forskargränd 7 721 78 Västerås (SE)</p>
<p>(71) Applicant: <b>ABB Schweiz AG</b> 5400 Baden (CH)</p>	

(54) **METHOD AND CONTROL SYSTEM FOR CONTROLLING A POWER CONVERTER**

(57) The present disclosure relates to a method of controlling a power converter (17), connected to an electrical grid, to mimic a synchronous generator, wherein the method comprises: determining a frequency control error with respect to a setpoint frequency ( $f_{set}$ ) and an actual frequency ( $f_{act}$ ) of the electrical grid, determining an input power to an inertia model of a synchronous generator based on the frequency control error, which inertia model mimics the inertia of a synchronous generator, regulating by means of the input power a rotational fre-

quency ( $f$ ) of the inertia model, determining a voltage control error with respect to a setpoint voltage ( $U_{set}$ ) and an actual voltage ( $U_{act}$ ) output by the power converter (17), determining an exciter parameter of a synchronous generator model based on the voltage control error, regulating by means of the exciter parameter an output voltage ( $U$ ) of the synchronous generator model, and controlling the power converter (17) based on the rotational frequency ( $f$ ) and on the output voltage ( $U$ ).

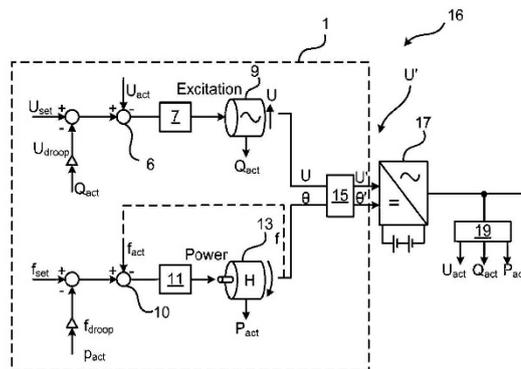


Fig. 2

EP 3 376 627 A1

Abb. A.6.2. Beispiel für eine Patentanmeldung eines Schweizer Anmelders, die ausschliesslich Erfinder aus den USA aufweist

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization  
International Bureau



(10) International Publication Number

WO 2017/103824 A1

(43) International Publication Date  
22 June 2017 (22.06.2017)

(51) International Patent Classification:

C07D 487/04 (2006.01) A61K 31/5383 (2006.01)  
C07D 491/04 (2006.01) A61K 31/4196 (2006.01)  
C07D 498/04 (2006.01)

bridge, Massachusetts 02139 (US). SARVER, Patrick James; Novartis Institutes for Biomedical Research, Inc., 250 Massachusetts Avenue, Cambridge, Massachusetts 02139 (US).

(21) International Application Number:

PCT/IB2016/057633

(74) Agent: NOVARTIS AG; Lichtstrasse 35, 4056 Basel (CH).

(22) International Filing Date:

15 December 2016 (15.12.2016)

(81) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available):

AF, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BI, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(25) Filing Language:

English

(26) Publication Language:

English

(30) Priority Data:

62/269,252 18 December 2015 (18.12.2015) US

(71) Applicant: NOVARTIS AG [CH/CH]; Lichtstrasse 35, 4056 Basel (CH).

(72) Inventors: AVERSA, Robert John; Novartis Institutes for BioMedical Research, Inc., 250 Massachusetts Avenue, Cambridge, Massachusetts 02139 (US). BURGER, Matthew T.; Novartis Institutes for BioMedical Research, Inc., 250 Massachusetts Avenue, Cambridge, Massachusetts 02139 (US). DILLON, Michael Patrick; Ideaya Biosciences, 280 Utah Ave, Suite 250, San Francisco, California 94080 (US). DINEEN JR., Thomas A.; Novartis Institutes for BioMedical Research, Inc., 250 Massachusetts Avenue, Cambridge, Massachusetts 02139 (US). KARKI, Rajesh; Novartis Institutes for BioMedical Research, Inc., 250 Massachusetts Avenue, Cambridge, Massachusetts 02139 (US). RAMURTHY, Savithri; Novartis Institutes for BioMedical Research, Inc., 5300 Chiron Way, Emeryville, California 94608 (US). RAUNIYAR, Vivek; Novartis Institutes for BioMedical Research, Inc., 250 Massachusetts Avenue, Cambridge, Massachusetts 02139 (US). ROBINSON, Richard; Novartis Institutes for BioMedical Research, Inc., 250 Massachusetts Avenue, Cam-

(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GI, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), European (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

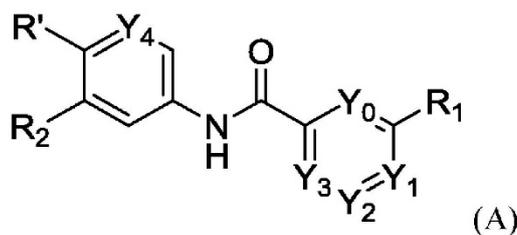
Declarations under Rule 4.17:

— as to applicant's entitlement to apply for and be granted a patent (Rule 4.17(ii))

Published:

— with international search report (Art. 21(3))

(54) Title: TRICYCLIC COMPOUNDS AND COMPOSITIONS AS KINASE INHIBITORS



(57) Abstract: The present invention provides compounds of Formula (A): (I) as described herein, and salts thereof, and therapeutic uses of these compounds for treatment of disorders associated with Raf kinase activity. The invention further provides pharmaceutical compositions comprising these compounds, and compositions comprising these compounds and a therapeutic co-agent, and methods of using the compositions and combinations to treat conditions including cancers.

WO 2017/103824 A1

**Abb. A.6.3. Beispiel einer Patentanmeldung eines Schweizer Anmelders, die ausschliesslich einen Erfinder aus der Schweiz aufweist**

(19)  (11) **EP 3 257 656 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag: **20.12.2017 Patentblatt 2017/51** (51) Int Cl.: **B29C 65/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **16174724.1**

(22) Anmeldetag: **16.06.2016**

<p>(84) Benannte Vertragsstaaten: <b>AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR</b></p> <p>Benannte Erstreckungsstaaten: <b>BA ME</b></p> <p>Benannte Validierungsstaaten: <b>MA MD</b></p>	<p>(71) Anmelder: <b>Georg Fischer Rohrleitungssysteme AG</b> <b>8201 Schaffhausen (CH)</b></p> <p>(72) Erfinder: <b>Hasific, Edin</b> <b>8207 Schaffhausen (CH)</b></p> <p>(74) Vertreter: <b>Fenner, Seraina</b> <b>Georg Fischer AG</b> <b>Amsler-Laffon-Strasse 9</b> <b>8201 Schaffhausen (CH)</b></p>
--	---

(54) **ROHRENDERKENNUNG**

(57) Verfahren und eine damit verbundene Vorrichtung zur Erkennung von in eine Stumpfschweisemaschine eingespannte Kunststoffrohrenden (3), wobei die Kunststoffrohrenden mittels eines Hobels (5) der zwischen die Kunststoffrohrenden bringbar ist gehobelt und anschliessend mittels eines Heizspiegels der zwischen die Kunststoffrohrenden bringbar ist aufgeheizt werden und die Kunststoffrohrenden nach dem Entfernen des

Heizspiegels miteinander verschweisst werden, wobei der Hobel und/oder der Heizspiegel mittels einer gesteuerten Bewegung zwischen die Kunststoffrohrenden eingeschwenkt werden, wobei mittels mindestens eines am Hobel und/oder am Heizspiegel angeordneten Sensors (4) eine Erkennung bzw. Erfassung der Kunststoffrohrenden während der gesteuerten Einschwenkbewegung des Hobels und/oder Heizspiegels erfolgt.

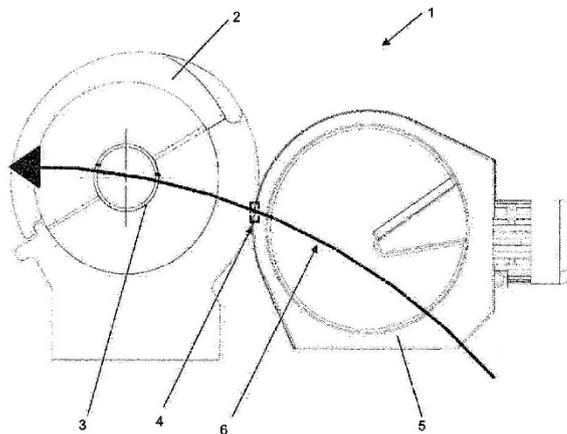


Fig. 1

**EP 3 257 656 A1**

**Tab. A.6.5. Patentfamilien nach Erfinderregionen**

- Basis: Patentfamilien mit Schweizer Anmelder mit mind. 1 Erfinder im Ausland
- Anteil in %

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>USA/Kanada</b>	24.4	22.0	18.7	18.4	20.9	18.0	15.8	15.9	15.7	16.7	16.9	17.5	16.0
<b>EU</b>	70.5	75.4	79.7	79.7	76.4	78.9	80.5	79.8	81.5	78.8	78.5	75.5	79.1
<b>China/ Indien</b>	0.4	0.3	0.3	1.1	1.4	1.8	3.3	3.3	3.4	3.6	5.3	4.8	4.8
<b>Andere</b>	8.7	6.9	6.7	5.9	6.6	7.5	5.5	6.4	6.4	6.3	5.8	7.7	4.7

**Tab. A.6.6. Patentfamilien nach Erfinderländern im Ausland**

- Basis: Patentfamilien mit Schweizer Anmelder mit mind. 1 Erfinder im Ausland
- Anteil in %

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Österreich</b>	2.9	3.5	2.3	2.3	2.4	2.4	3.0	2.1	2.6	2.8	2.4	2.3	2.1
<b>Deutschland</b>	28.5	34.0	35.1	34.3	35.0	36.0	36.0	33.1	29.1	26.2	25.8	23.0	27.9
<b>Dänemark</b>	0.3	1.0	0.4	0.6	0.2	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.4	0.3
<b>Spanien</b>	0.3	0.6	0.2	0.7	0.5	0.6	0.3	0.2	0.9	0.6	0.4	0.6	0.5
<b>Finnland</b>	1.6	1.2	0.9	0.9	0.6	0.8	1.0	0.6	1.5	1.3	2.0	1.3	1.3
<b>Frankreich</b>	11.9	13.1	16.3	15.6	13.1	15.8	15.0	18.1	21.1	21.5	21.2	23.0	21.9
<b>Gross Britannien</b>	4.4	2.4	3.2	4.0	3.0	2.9	2.6	2.8	2.2	4.7	4.0	5.1	4.4
<b>Italien</b>	3.9	6.0	7.1	6.7	6.3	4.8	6.5	5.3	6.4	5.0	5.3	4.6	4.2
<b>Niederlande</b>	0.0	3.1	2.1	2.6	1.0	1.5	1.2	1.4	1.4	1.1	1.1	1.3	1.0
<b>Schweden</b>	7.0	4.8	4.7	4.6	6.9	5.8	6.7	7.6	6.8	7.2	6.4	5.7	7.2

**Tab. A.6.7. Patentfamilien mit Erfindern nur in der Schweiz nach Sektoren**

- Basis: Patentfamilien Schweizer Anmelder
- Anteil in %

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Hightech</b>	65.7	65.3	66.4	63.7	57.0	56.0	56.8	59.7	59.9	56.9	56.8	55.9	54.6
<b>Lowtech</b>	59.9	63.6	63.4	50.4	50.1	48.4	50.3	58.8	61.3	58.9	56.6	52.0	51.0
<b>IKT</b>	28.4	47.5	46.9	43.2	32.5	42.3	43.7	47.3	50.4	60.9	56.0	53.5	55.3

**Tab. A.6.8. Patentfamilien mit Erfinder im Ausland nach Sektoren**

- Basis: Patentfamilien Schweizer Anmelder mit mind. 1 Erfinder im Ausland
- Anteil in %

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Hightech</b>	34.5	34.8	33.7	36.5	43.2	44.2	43.2	40.2	40.3	43.3	43.3	44.0	45.2
<b>Lowtech</b>	40.0	36.2	36.5	49.7	50.0	51.8	49.6	41.3	38.8	41.1	43.2	47.9	49.1
<b>IKT</b>	72.4	52.6	53.1	56.1	68.4	57.7	55.7	52.9	49.3	39.5	43.7	46.5	44.7

## Zitationen von Patenten

**Tab. A.6.9. Zitationen von Patenten Schweizer Anmelder durch andere Schweizer Anmelder nach Erfinderregionen**

- Basis: Zitationen von Patenten Schweizer Anmelder, wobei das zitierte Patent mind. 1 ausländischen Erfinder aufweist
- Anteil in %

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>EU</b>	72.9	60.4	62.1	52.3	37.6	61.7	76.3	78.0	79.3	79.9	77.9	77.7	87.2
<b>USA/Kanada</b>	33.1	38.2	40.3	48.4	63.5	40.7	23.4	23.6	20.1	19.8	20.4	20.6	11.8
<b>Japan</b>	1.2	2.0	3.0	1.1	0.8	1.4	2.1	1.9	2.2	1.1	3.6	2.0	1.0
<b>China/ Indien</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.5	0.2	1.6	2.2	1.4	1.9	2.3
<b>Sonstige</b>	3.6	2.5	3.8	3.2	2.8	2.8	1.8	3.2	3.1	6.4	3.8	5.0	3.4

**Tab. A.6.10. Zitationen von Patenten Schweizer Anmelder durch andere Schweizer Anmelder nach Erfinderlandern**

- Basis: Zitationen von Patenten Schweizer Anmelder, wobei das zitierte Patent mind. 1 ausländischen Erfinder aufweist
- Anteil in %

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Österreich</b>	4.4	4.2	4.6	1.7	0.8	2.6	3.0	2.6	2.6	3.4	4.1	3.6	5.2
<b>Deutschland</b>	33.5	33.1	24.5	26.2	18.0	30.1	41.6	40.0	35.5	33.7	31.0	30.5	34.7
<b>Dänemark</b>	0.4	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.4	0.1	0.0	0.4	0.3	0.1
<b>Spanien</b>	1.2	0.6	0.8	0.2	0.1	0.4	1.0	0.7	0.4	0.2	0.7	0.6	0.1
<b>Finnland</b>	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	1.3	0.0	0.1	1.1	1.1	1.4	0.5	0.5
<b>Frankreich</b>	12.0	7.6	10.8	9.2	7.8	14.0	16.1	19.2	22.9	27.6	23.5	26.0	31.5
<b>Gross Britannien</b>	0.0	3.1	4.8	2.1	2.2	5.9	6.4	4.7	4.3	4.4	5.2	4.6	4.7
<b>Italien</b>	13.1	5.9	6.7	5.0	4.2	5.5	4.3	5.3	7.5	4.2	5.9	4.6	4.5
<b>Niederlande</b>	1.6	4.2	3.8	2.2	0.6	1.4	1.8	1.5	1.5	1.0	1.3	0.6	1.7
<b>Schweden</b>	4.8	3.9	8.9	6.7	3.2	4.5	5.5	6.1	8.3	8.0	9.0	9.9	7.9

**Tab. A.6.11. Zitationen von Patenten Schweizer Anmelder durch andere Schweizer Anmelder mit ausschliesslich Schweizer Erfindern nach Sektoren**

- Basis: Zitationen von Patenten Schweizer Anmelder
- Anteil in %

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Hightech</b>	59.7	57.5	60.3	60.5	56.3	51.2	48.2	47.1	52.6	48.3	45.4	47.3	46.6
<b>Lowtech</b>	54.1	45.2	56.8	37.3	23.1	34.5	39.2	46.6	46.5	48.8	37.5	35.0	36.9
<b>IKT</b>	4.4	50.0	30.1	28.0	46.7	42.5	37.2	42.1	33.9	52.1	29.6	27.6	57.1

**Tab. A.6.12. Zitationen von Patenten Schweizer Anmelder durch andere Schweizer Anmelder mit ausländischen Erfindern nach Sektoren**

- Basis: Zitationen von Patenten Schweizer Anmelder, wobei das zitierte Patent mind. 1 ausländischen Erfinder aufweist
- Anteil in %

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Hightech</b>	40.3	42.5	39.7	39.5	43.7	48.8	51.8	52.9	47.4	51.7	54.6	52.7	53.4
<b>Lowtech</b>	45.9	54.8	43.2	62.7	76.9	65.5	60.8	53.4	53.5	51.2	62.5	65.0	63.1
<b>IKT</b>	95.6	50.0	69.9	72.0	53.3	57.5	62.8	57.9	66.1	47.9	70.4	72.4	42.9

# Zitationen von Patenten gewichtet mit dem Anteil ausländischer Ko-Erfindern an der Erfindergesamtzahl

**Tab. A.6.13. Zitationen von Patenten Schweizer Anmelder durch andere Schweizer Anmelder nach Erfinderregionen**

- Basis: Zitationen von Patenten Schweizer Anmelder, wobei das zitierte Patent mind. 1 ausländischen Erfinder aufweist
- Anteil in %

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>EU</b>	68.3	58.8	57.9	50.3	35.2	58.4	74.4	75.2	77.1	77.3	75.2	74.4	84.6
<b>USA/Kanada</b>	28.0	37.2	37.1	46.0	61.7	38.0	21.9	20.8	18.2	16.1	17.6	18.7	10.3
<b>Japan</b>	1.0	1.8	2.0	0.9	0.7	1.2	1.9	1.4	1.4	0.9	2.9	1.7	0.8
<b>China/ Indien</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.1	1.0	1.8	1.0	1.4	1.8
<b>Sonstige</b>	2.7	2.2	3.0	2.8	2.3	2.3	1.4	2.6	2.2	3.8	3.2	3.8	2.5

**Tab. A.6.14. Zitationen von Patenten Schweizer Anmelder durch andere Schweizer Anmelder nach Erfinderlandern**

- Basis: Zitationen von Patenten Schweizer Anmelder, wobei das zitierte Patent mind. 1 ausländischen Erfinder aufweist
- Anteil in %

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Österreich</b>	3.9	3.9	4.1	1.1	0.7	2.6	2.8	2.5	2.5	3.1	4.1	3.1	5.2
<b>Deutschland</b>	31.1	31.5	23.2	24.2	16.3	28.2	40.0	38.2	34.0	31.4	29.0	28.6	32.8
<b>Dänemark</b>	0.4	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.3	0.1	0.0	0.2	0.1	0.1
<b>Spanien</b>	1.2	0.6	0.6	0.2	0.1	0.1	0.5	0.4	0.2	0.2	0.4	0.4	0.0
<b>Finnland</b>	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	1.2	0.0	0.1	1.0	1.0	1.4	0.4	0.5
<b>Frankreich</b>	11.4	7.4	9.4	8.7	7.3	12.0	13.8	16.8	20.6	24.9	21.0	23.9	28.7
<b>Gross Britannien</b>	0.0	2.7	4.8	1.6	1.9	4.7	5.5	3.8	3.4	3.3	4.1	4.0	4.0
<b>Italien</b>	10.0	5.1	5.4	4.4	3.9	4.7	3.8	4.5	6.2	3.7	4.6	4.0	3.8
<b>Niederlande</b>	1.0	3.8	3.2	2.0	0.4	1.2	1.5	1.1	1.2	0.8	1.1	0.6	1.6
<b>Schweden</b>	3.7	3.1	5.8	5.6	2.8	2.8	4.6	5.3	6.8	7.4	7.9	8.4	6.7

**Tab. A.6.15. Zitationen von Patenten Schweizer Anmelder durch andere Schweizer Anmelder mit ausschliesslich Schweizer Erfindern nach Sektoren**

- Basis: Zitationen von Patenten Schweizer Anmelder
- Anteil in %

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Hightech</b>	67.9	62.9	65.0	67.3	62.7	59.0	58.5	57.2	62.1	59.2	56.5	57.6	55.7
<b>Lowtech</b>	60.9	52.1	61.5	42.0	26.4	39.4	45.3	53.8	55.9	54.9	45.6	39.5	41.4
<b>IKT</b>	4.4	50.0	36.8	35.5	49.2	43.7	49.2	42.1	41.7	58.9	45.5	34.5	64.3

**Tab. A.6.16. Zitationen von Patenten Schweizer Anmelder durch andere Schweizer Anmelder mit ausländischen Erfindern nach Sektoren**

- Basis: Zitationen von Patenten Schweizer Anmelder, wobei das zitierte Patent mind. 1 ausländischen Erfinder aufweist
- Anteil in %

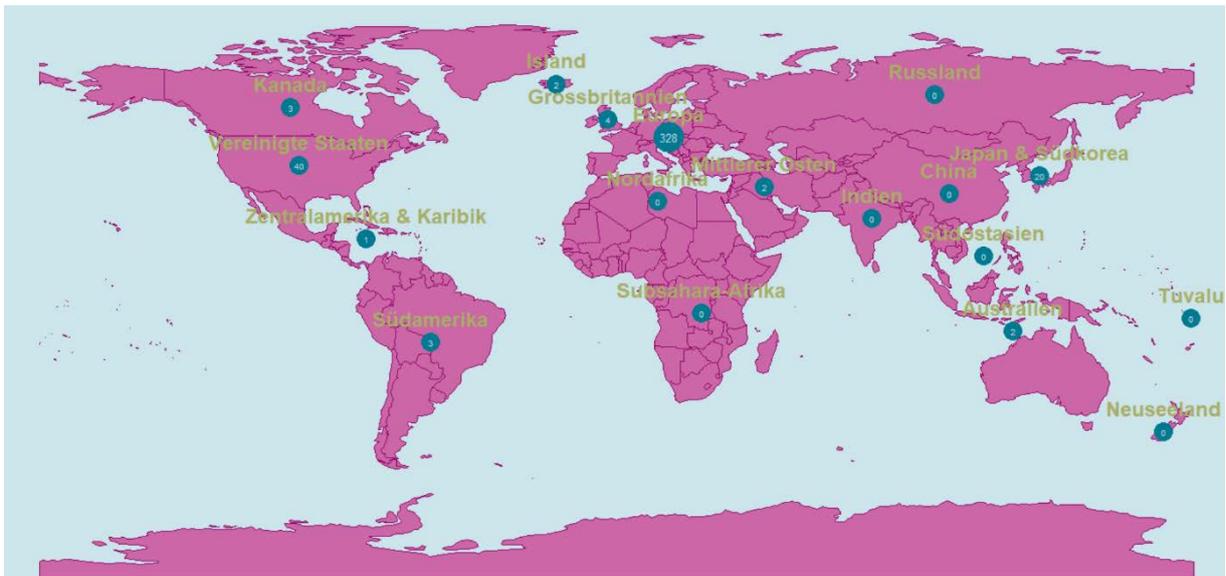
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Hightech</b>	32.4	37.0	34.6	32.6	37.1	40.7	41.7	42.6	38.0	41.0	43.3	42.6	44.0
<b>Lowtech</b>	39.3	47.8	38.4	57.9	73.6	60.6	54.9	47.1	44.1	45.3	54.7	60.5	58.6
<b>IKT</b>	95.6	50.0	63.2	67.6	50.8	56.7	50.8	57.9	58.3	41.1	54.5	65.5	35.7

# Herkunftsländer

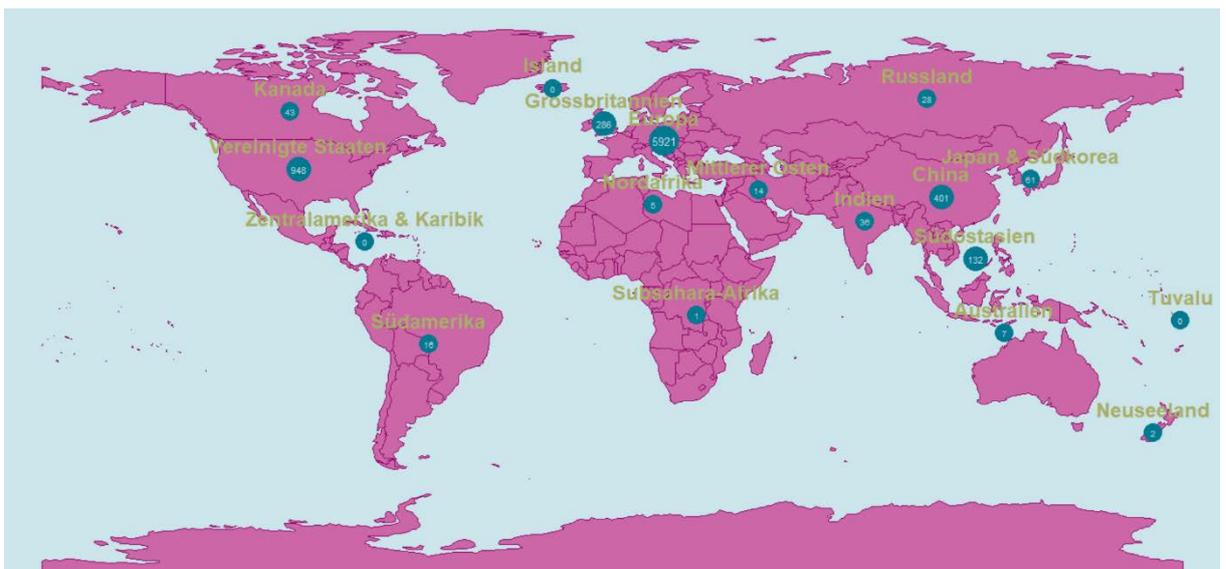
Die Anzahl der Erfinder im Ausland, die sich an der Entwicklung von Patenten beteiligt haben, welche in der Schweiz angemeldet wurden, hat sich im Laufe der Zeit vervielfacht. 1980 waren 328 Erfinder aus dem europäischen Ausland auf «Schweizer Patenten» zu finden, 2014 belief sich die Anzahl auf 5921 (siehe Abb. A.6.1.). Einen ähnlich starken Zuwachs sehen wir für die USA. Bemerkenswert ist die Zahl für China. Während es 1980 noch 0 Erfinder gab, verzeichnen wir im Jahre 2014 401; das sind rund 40% der US-amerikanischen Erfinder auf Schweizer Patenten.

**Abb. A.6.4. Erfinder aus verschiedenen Weltregionen, die zu Erfindungen von Schweizer Anmeldern beigetragen haben**

A: 1980



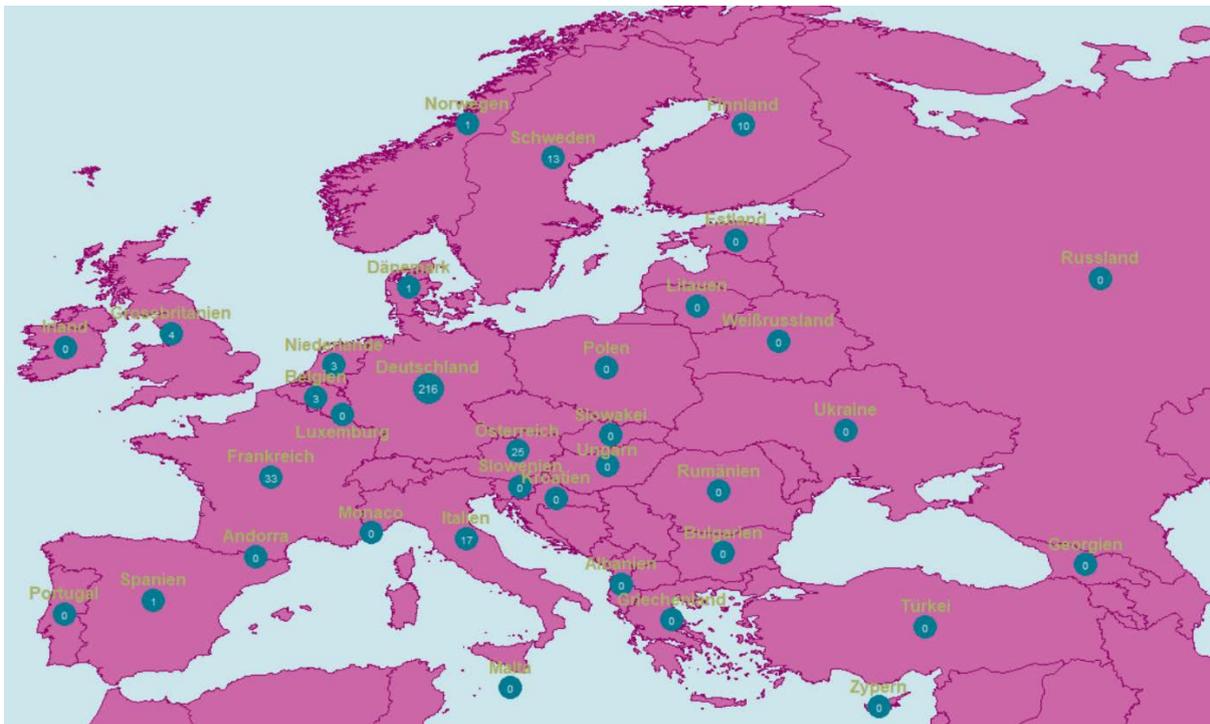
B: 2014



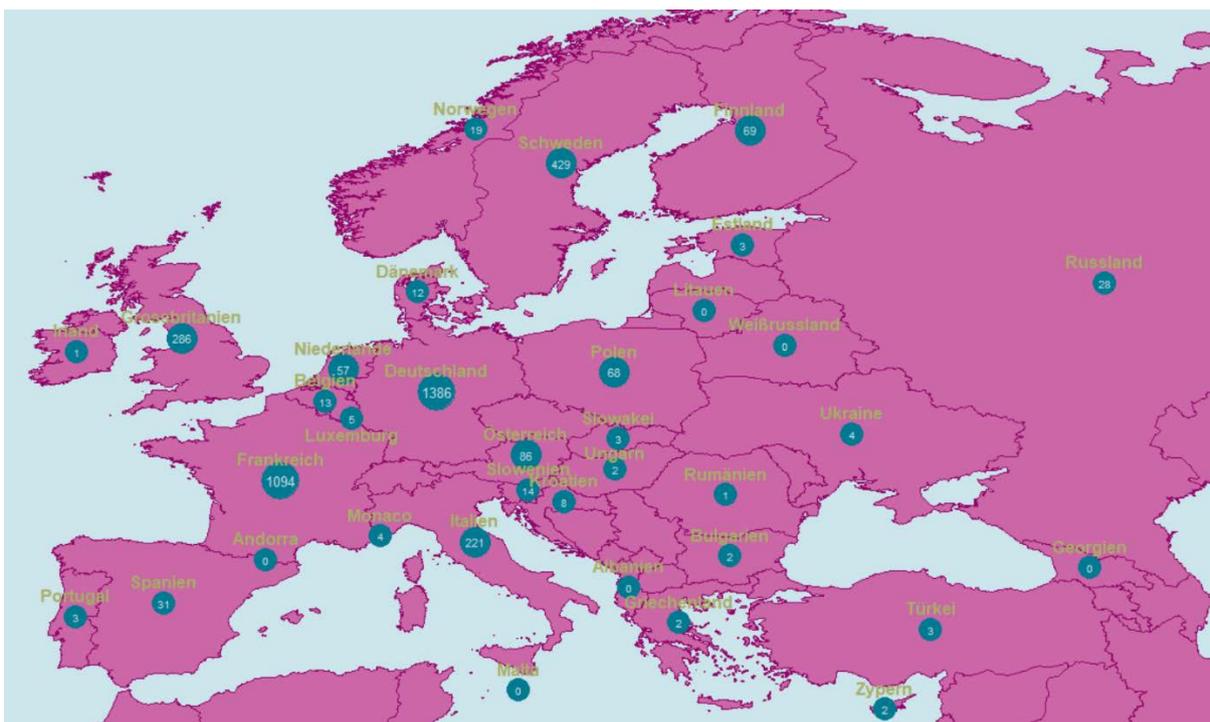
Ein genauerer Blick auf Europa (siehe Abb. A.6.2.) zeigt, dass die Anzahl der Beteiligungen von Erfindern im Ausland für Schweizer Patente besonders in Italien, Frankreich, Schweden, und Grossbritannien nicht nur deutlich angestiegen ist, sondern auch im Gesamtbeitrag beachtlich ist. 2014 gab es 221 Erfinder aus Italien, 429 aus Schweden, 1094 aus Frankreich und 286 aus Grossbritannien, die in Schweizer Patenten zu finden sind. Am wichtigsten war und ist jedoch Deutschland mit 1386 Erfindern auf Schweizer Patenten.

**Abb. A.6.5. Erfinder aus Europa, die zu Erfindungen von Schweizer Anmeldern beigetragen haben**

A: 1980



B: 2014



# Ökonometrische Schätzungen

Tab. A.7.1. Korrelationstabelle

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
K_TOT (1)	<b>1,00</b>	0,94	0,82	0,48	0,46	0,46	0,48	0,52	0,38	0,23	0,34	0,52	0,50	0,20	-0,02	0,02	-0,01
K(CH) (2)	0,94	<b>1,00</b>	0,65	0,45	0,44	0,42	0,43	0,54	0,30	0,25	0,30	0,50	0,49	0,20	-0,02	0,00	0,03
K(AL) (3)	0,82	0,65	<b>1,00</b>	0,45	0,43	0,46	0,53	0,50	0,48	0,14	0,33	0,46	0,43	0,19	-0,01	0,03	-0,07
spill(TOT) (4)	0,48	0,45	0,45	<b>1,00</b>	0,99	0,95	0,39	0,43	0,31	0,11	0,12	0,17	0,16	0,08	0,00	0,04	0,00
spill(CH) (5)	0,46	0,44	0,43	0,99	<b>1,00</b>	0,91	0,38	0,42	0,30	0,11	0,12	0,16	0,16	0,08	0,01	0,04	0,00
spill(AL) (6)	0,46	0,42	0,46	0,95	0,91	<b>1,00</b>	0,41	0,44	0,35	0,10	0,11	0,16	0,15	0,08	0,00	0,03	-0,01
pats(TOT) (7)	0,48	0,43	0,53	0,39	0,38	0,41	<b>1,00</b>	0,85	0,95	0,06	0,16	0,25	0,24	0,11	0,00	0,00	0,02
pats(CH) (8)	0,52	0,54	0,50	0,43	0,42	0,44	0,85	<b>1,00</b>	0,65	0,13	0,21	0,33	0,34	0,13	-0,01	0,00	0,03
pats(AL) (9)	0,38	0,30	0,48	0,31	0,30	0,35	0,95	0,65	<b>1,00</b>	0,02	0,12	0,21	0,20	0,10	0,01	0,00	0,02
linno_sales_a0 (10)	0,23	0,25	0,14	0,11	0,11	0,10	0,06	0,13	0,02	<b>1,00</b>	0,18	0,28	0,29	0,25	0,07	0,11	0,05
lftp (11)	0,34	0,30	0,33	0,12	0,12	0,11	0,16	0,21	0,12	0,18	<b>1,00</b>	0,76	0,48	0,16	0,04	0,24	0,08
lvaladd (12)	0,52	0,50	0,46	0,17	0,16	0,16	0,25	0,33	0,21	0,28	0,76	<b>1,00</b>	0,94	0,19	0,11	0,20	0,23
size (13)	0,50	0,49	0,43	0,16	0,16	0,15	0,24	0,34	0,20	0,29	0,48	0,94	<b>1,00</b>	0,17	0,13	0,16	0,25
tech_poti (14)	0,20	0,20	0,19	0,08	0,08	0,08	0,11	0,13	0,10	0,25	0,16	0,19	0,17	<b>1,00</b>	0,06	0,12	-0,02
high_compet_price (15)	-0,02	-0,02	-0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	-0,01	0,01	0,07	0,04	0,11	0,13	0,06	<b>1,00</b>	0,04	0,08
foreign_owned (16)	0,02	0,00	0,03	0,04	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00	0,11	0,24	0,20	0,16	0,12	0,04	<b>1,00</b>	-0,10
lnage (17)	-0,01	0,03	-0,07	0,00	0,00	-0,01	0,02	0,03	0,02	0,05	0,08	0,23	0,25	-0,02	0,08	-0,10	<b>1,00</b>

**Tab. A.7.2. Patentschätzung – Kontrollvariablen**

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Poisson FE	Poisson FE	Poisson FE	Poisson FE	Poisson FE	Poisson FE
VARIABLEN	Alle Patente	CH Patente	AL Patente	Alle Patente	CH Patente	AL Patente
spill(AL)				0.216*** (0.053)	0.156** (0.066)	0.292*** (0.042)
spill(CH)				-0.067 (0.049)	-0.051 (0.060)	-0.172*** (0.036)
K(CH)				0.713*** (0.088)	1.043*** (0.113)	-0.217 (0.181)
K(AL)				0.422*** (0.092)	0.169* (0.098)	1.416*** (0.194)
SIZE	-0.318** (0.135)	-0.042 (0.149)	-0.599*** (0.156)	-0.249** (0.111)	-0.117 (0.143)	-0.255** (0.128)
PC	-0.092 (0.100)	0.048 (0.074)	-0.219 (0.164)	-0.076 (0.090)	0.021 (0.075)	-0.097 (0.132)
FOWNED	-0.094 (0.137)	-0.364** (0.149)	-0.036 (0.242)	-0.165 (0.143)	-0.353** (0.138)	-0.359 (0.223)
AGE	-0.063 (0.064)	-0.111* (0.063)	-0.096 (0.112)	-0.009 (0.069)	-0.014 (0.070)	-0.158* (0.088)
RDFOR	-0.145 (0.127)	-0.195 (0.126)	-0.130 (0.159)	-0.148 (0.109)	-0.170* (0.097)	-0.063 (0.157)
spill(TOT)	0.111*** (0.021)	0.062*** (0.018)	0.129*** (0.033)			
K(TOT)	1.045*** (0.101)	1.111*** (0.099)	0.971*** (0.171)			
Beobachtungen	949	898	455	949	898	455
Unternehmen	287	270	136	287	270	136

**Bemerkung:** Standardfehler (heteroskedastizitätsrobust) in Klammern; Signifikanzniveaus: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1; in allen Schätzungen kontrollieren wir für Unternehmens-Fixeffekte (FE) und Zeit-Fixeffekte. Die Variablen für das Wissenskapital und die Spillovers sind um eine Periode verzögert in die Gleichungen eingesetzt. CH-Patente steht für Patente, die ausschliesslich von Erfindern in der Schweiz entwickelt wurden. AL-Patente steht für Patente, die mithilfe von Erfindern im Ausland entwickelt wurden, aber von Schweizer Firmen angemeldet wurden. «Poisson» bezeichnet das angewendete Schätzverfahren (Exponentialfunktion).

**Tab. A.7.3. Patentschätzung – Ereigniswahrscheinlichkeit (IRR)**

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Poisson FE	Poisson FE	Poisson FE	Poisson FE	Poisson FE	Poisson FE
VARIABLEN	Alle Patente	CH Patente	AL Patente	Alle Patente	CH Patente	AL Patente
spill(AL)				1.241***	1.169**	1.339***
				(0.066)	(0.078)	(0.056)
spill(CH)				0.935	0.950	0.842***
				(0.046)	(0.057)	(0.030)
K(CH)				2.040***	2.838***	0.805
				(0.180)	(0.320)	(0.146)
K(AL)				1.525***	1.184*	4.120***
				(0.140)	(0.116)	(0.797)
spill(TOT)	1.117***	1.064***	1.137***			
	(0.024)	(0.019)	(0.038)			
K(TOT)	2.843***	3.037***	2.642***			
	(0.286)	(0.301)	(0.451)			
Beobachtungen	949	898	455	949	898	455
Unternehmen	287	270	136	287	270	136

**Bemerkung:** Standardfehler (heteroskedastizitätsrobust) in Klammern; Signifikanzniveaus: \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$ ; alle Schätzungen beinhalten Kontrollvariablen für Unternehmens-Fixeffekte (FE), Zeit-Fixeffekte, Unternehmensgrösse, Intensität des Preiswettbewerbs, Auslandsbesitz, Alter und ausländische F&E-Aktivitäten. Die Variablen für das Wissenskapital und die Spillovers sind um eine Periode verzögert in die Gleichungen eingesetzt. CH-Patente steht für Patente, die ausschliesslich von Erfindern in der Schweiz entwickelt wurden. AL-Patente steht für Patente, die mithilfe von Erfindern im Ausland entwickelt wurden, aber von Schweizer Firmen angemeldet wurden. «Poisson» bezeichnet das angewendete Schätzverfahren (Exponentialfunktion). Die Koeffizienten zeigen die Ereigniswahrscheinlichkeit (IRR: incidence-rate ratios). Die IRR für die Veränderung der Spillover beläuft sich auf 1.117. Das heisst, dass die Erhöhung der Spillover um eine Einheit, die Wahrscheinlichkeit eines Patents um rund 11.7% erhöht.

Tab. A.7.4. Patentschätzung – «Fractional Counts» (Poisson, Negbin)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	Poisson FE	Poisson FE	Poisson FE	Poisson FE	Poisson FE	Neg-Bin FE	Neg-Bin FE	Neg-Bin FE	Neg-Bin FE
VARIA- BLEN	CH Pa- tente	AL Pa- tente	Alle Pa- tente	CH Pa- tente	AL Pa- tente	CH Pa- tente	AL Pa- tente	Alle Pa- tente	AL Pa- tente
spill(AL)			0.206*** (0.046)	0.148** (0.064)	0.266*** (0.048)			0.171*** (0.037)	0.269*** (0.050)
spill(CH)			-0.058 (0.041)	-0.040 (0.056)	-0.129*** (0.041)			-0.016 (0.035)	-0.111** (0.046)
K(CH)			0.713*** (0.091)	1.039*** (0.116)	-0.155 (0.187)			0.685*** (0.065)	-0.025 (0.123)
K(AL)			0.479*** (0.091)	0.195* (0.107)	1.271*** (0.168)			0.251*** (0.065)	1.053*** (0.135)
spill(TOT)	0.062*** (0.017)	0.144*** (0.033)				0.082*** (0.017)	0.162*** (0.032)		
K(TOT)	1.123*** (0.103)	0.939*** (0.184)				0.920*** (0.066)	0.638*** (0.114)		
SIZE	-0.025 (0.143)	-0.604*** (0.146)	-0.237** (0.113)	-0.092 (0.138)	-0.261** (0.121)	-0.217** (0.084)	-0.189 (0.135)	-0.257*** (0.076)	-0.291** (0.137)
PC	0.046 (0.077)	-0.322* (0.183)	-0.018 (0.079)	0.047 (0.076)	-0.124 (0.134)	-0.050 (0.066)	-0.159 (0.108)	-0.105* (0.059)	-0.149* (0.085)
FOWNED	-0.282** (0.137)	0.111 (0.251)	-0.277* (0.153)	-0.327** (0.140)	-0.261 (0.211)	-0.109 (0.134)	-0.079 (0.249)	-0.207 (0.129)	-0.189 (0.202)
AGE	-0.123* (0.063)	-0.056 (0.125)	-0.027 (0.063)	-0.024 (0.071)	-0.142 (0.090)	-0.137*** (0.052)	-0.029 (0.096)	0.030 (0.049)	-0.111 (0.071)
RDFOR	-0.191 (0.131)	-0.139 (0.164)	-0.149 (0.106)	-0.165 (0.105)	-0.069 (0.169)	-0.234*** (0.073)	-0.021 (0.130)	-0.257*** (0.076)	
			0.206***	0.148**	0.266***			0.171***	0.269***
Beobach- tungen	913	516	949	913	516	913	516	949	516
Unterneh- men	274	153	287	274	153	274	153	287	153

**Bemerkung:** Standardfehler (heteroskedastizitätsrobust) in Klammern; Signifikanzniveaus: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1; alle Schätzungen kontrollieren für Unternehmens-Fixeffekte (FE) und Zeit-Fixeffekte. Die Variablen für das Wissenskapital und die Spillovers sind um eine Periode verzögert in die Gleichungen eingesetzt. CH-Patente steht für Patente, die ausschliesslich von Erfindern in der Schweiz entwickelt wurden. AL-Patente steht für Patente, die mithilfe von Erfindern im Ausland entwickelt wurden, aber von Schweizer Firmen angemeldet wurden. «Fractional» bezieht sich darauf, dass die Wissenskapitalstöcke und die Spillover mit den Anteilen der Erfinder pro Land gewichtet worden sind. Beispielsweise, wenn 4 von 5 Erfindern im Ausland sind, wird das Patent zu 4/5 als AL-Patent gewertet. «Poisson» bezeichnet das angewendete Schätzverfahren (Exponentialfunktion). «NEG-BIN» bedeutet Negative Binomial. Das ist ein Schätzverfahren für abhängige Variablen mit ganzzahligen Werten und dient als «Robustheitstest» für «overdispersion» bei der Poisson-Schätzung.

**Tab. A.7.5. Patentschätzung – Negative Binomial (Fixed-Effects)**

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Neg-Bin FE	Neg-Bin FE	Neg-Bin FE	Neg-Bin FE	Neg-Bin FE	Neg-Bin FE
VARIABLEN	Alle Patente	CH Patente	AL Patente	Alle Patente	CH Patente	AL Patente
spill(AL)				0.166***	0.139***	0.318***
				(0.042)	(0.041)	(0.060)
spill(CH)				-0.015	-0.026	-0.177***
				(0.040)	(0.039)	(0.057)
K(CH)				0.689***	0.981***	-0.065
				(0.069)	(0.073)	(0.124)
K(AL)				0.179***	0.012	1.103***
				(0.064)	(0.069)	(0.127)
SIZE	-0.278***	-0.213***	-0.044	-0.274***	-0.258***	-0.111
	(0.075)	(0.082)	(0.117)	(0.077)	(0.083)	(0.125)
PC	-0.172***	-0.066	-0.062	-0.150**	-0.074	-0.147
	(0.064)	(0.068)	(0.115)	(0.060)	(0.065)	(0.091)
FOWNED	-0.116	-0.188	-0.166	-0.172	-0.251*	-0.405**
	(0.137)	(0.136)	(0.247)	(0.131)	(0.135)	(0.203)
AGE	0.017	-0.106**	-0.017	0.055	-0.012	-0.048
	(0.054)	(0.053)	(0.090)	(0.052)	(0.053)	(0.074)
RDFOR	-0.173**	-0.233***	0.099			
	(0.073)	(0.075)	(0.140)			
spill(TOT)	0.128***	0.086***	0.131***			
	(0.017)	(0.018)	(0.033)			
K(TOT)	0.794***	0.893***	0.721***			
	(0.058)	(0.064)	(0.110)			
Beobachtungen	949	898	455	949	898	455
Unternehmen	287	270	136	287	270	136

**Bemerkung:** Standardfehler (heteroskedastizitätsrobust) in Klammern; Signifikanzniveaus: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1; alle Schätzungen kontrollieren für Unternehmens-Fixeffekte (FE) und Zeit-Fixeffekte. Die Variablen für das Wissenskapital und die Spillovers sind um eine Periode verzögert in die Gleichungen eingesetzt. CH-Patente steht für Patente, die ausschliesslich von Erfindern in der Schweiz entwickelt wurden. AL-Patente steht für Patente, die mithilfe von Erfindern im Ausland entwickelt wurden, aber von Schweizer Firmen angemeldet wurden. Negative Binomial ist ein Schätzverfahren für abhängige Variablen mit ganzzahligen Werten und dient als «Robustheitstest» für «overdispersion» bei der Poisson-Schätzung.

Tab. A.7.6. Patentschätzung – Technologische Spezialisierung (HHI)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	Poisson FE	Neg-Bin FE	Poisson FE	Neg-Bin FE	Poisson FE	Neg-Bin FE	Poisson FE	Neg-Bin FE
VARIABLEN	Alle Pa- tente	Alle Pa- tente	Alle Pa- tente	Alle Pa- tente	CH Pa- tente	CH Pa- tente	AL Pa- tente	AL Pa- tente
K(TOT)	0.833*** (0.049)	0.526*** (0.068)						
spill(TOT)	0.120*** (0.010)	0.123*** (0.018)						
HHI * spill(TOT)	-0.202*** (0.063)	-0.114 (0.087)						
K(CH)			0.524*** (0.054)	0.485*** (0.073)	0.822*** (0.064)	0.770*** (0.075)	-0.256** (0.106)	-0.157 (0.133)
K(AL)			0.387*** (0.053)	0.085 (0.069)	0.125** (0.059)	-0.031 (0.074)	1.321*** (0.112)	1.097*** (0.144)
spill(CH)			-0.056** (0.026)	0.036 (0.043)	-0.011 (0.031)	0.032 (0.040)	-0.184*** (0.044)	-0.188*** (0.066)
spill(AL)			0.203*** (0.027)	0.103** (0.046)	0.112*** (0.032)	0.075* (0.043)	0.306*** (0.046)	0.333*** (0.067)
HHI * spill(CH)			0.088 (0.126)	-0.129 (0.180)	-0.153 (0.140)	-0.201 (0.172)	0.286 (0.271)	0.219 (0.392)
HHI * spill(AL)			-0.155 (0.160)	0.049 (0.229)	0.168 (0.180)	0.174 (0.218)	-0.509 (0.328)	-0.550 (0.488)
HHI	-0.766*** (0.163)	-0.532*** (0.186)	-0.775*** (0.163)	-0.513*** (0.186)	-0.869*** (0.181)	-0.681*** (0.201)	-0.428 (0.341)	-0.091 (0.398)
SIZE	-0.345*** (0.065)	-0.295*** (0.079)	-0.251*** (0.068)	-0.313*** (0.082)	-0.117 (0.084)	-0.249*** (0.088)	-0.294*** (0.106)	-0.164 (0.143)
PC	-0.108*** (0.040)	-0.159** (0.063)	-0.094** (0.040)	-0.143** (0.061)	0.008 (0.046)	-0.051 (0.060)	-0.130* (0.066)	-0.176* (0.092)
FOWNED	0.024 (0.099)	-0.084 (0.155)	-0.059 (0.101)	-0.114 (0.149)	-0.177 (0.115)	-0.060 (0.139)	-0.351** (0.163)	-0.527** (0.240)
AGE	-0.067** (0.032)	0.007 (0.059)	-0.033 (0.033)	0.037 (0.058)	-0.043 (0.041)	-0.046 (0.053)	-0.160*** (0.050)	-0.072 (0.080)
RDFOR	-0.172*** (0.044)	-0.220*** (0.073)	-0.172*** (0.045)	-0.194*** (0.075)	-0.214*** (0.056)	-0.223*** (0.072)	-0.069 (0.071)	-0.069 (0.107)
Beobachtungen	490	490	490	490	484	484	320	320
Unternehmen	177	177	177	177	174	174	109	109

**Bemerkung:** Standardfehler (heteroskedastizitätsrobust) in Klammern; Signifikanzniveaus: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1; alle Schätzungen kontrollieren für Unternehmens-Fixeffekte (FE) und Zeit-Fixeffekte. Die Variablen für das Wissenskapital und die Spillovers sind um eine Periode verzögert in die Gleichungen eingesetzt. CH-Patente steht für Patente, die ausschliesslich von Erfindern in der Schweiz entwickelt wurden. AL-Patente steht für Patente, die mithilfe von Erfindern im Ausland entwickelt wurden, aber von Schweizer Firmen angemeldet wurden. «Poisson» bezeichnet das angewendete Schätzverfahren (Exponentialfunktion).

«NEGBIN» bedeutet Negative Binomial. Das ist ein Schätzverfahren für abhängige Variablen mit ganzzahligen Werten und dient als «Robustheitstest» für «overdispersion» bei der «Poisson» Schätzung. HHI bezieht sich auf die Messung der technologischen Spezialisierung eines Unternehmens. Wir verwenden dazu das bekannte Hirshman-Herfindahl Konzentrationsmass (HHI).

Tab. A.7.7. Patentschätzung – Nach Regionen

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Poisson FE	Poisson FE	Poisson FE	Neg-Bin FE	Neg-Bin FE
VARIABLEN	Alle Patente	CH Patente	AL Patente	CH Patente	AL Patente
spill(CH)	-0.021 (0.048)	-0.027 (0.050)	-0.095 (0.078)	0.009 (0.038)	-0.092 (0.072)
spill(CA_US)	0.064 (0.085)	-0.040 (0.073)	0.066 (0.110)	-0.032 (0.060)	0.015 (0.108)
spill(CN_IN)	0.165*** (0.056)	0.076 (0.059)	0.102 (0.106)	0.116* (0.066)	0.149 (0.112)
spill(EU)	0.114** (0.046)	0.091** (0.045)	0.216*** (0.074)	0.086** (0.041)	0.204** (0.080)
spill(JP)	0.074 (0.076)	0.306*** (0.109)	-0.105 (0.133)	0.220*** (0.080)	0.060 (0.153)
spill(ROW)	-0.066 (0.127)	-0.012 (0.108)	0.042 (0.189)	-0.056 (0.092)	0.064 (0.153)
K(TOT)	1.026*** (0.102)	1.165*** (0.096)	0.877*** (0.146)	0.961*** (0.067)	0.763*** (0.107)
SIZE	-0.244* (0.133)	0.045 (0.144)	-0.456*** (0.162)	-0.127 (0.087)	0.056 (0.118)
PC	0.030 (0.084)	0.099 (0.081)	-0.069 (0.159)	0.019 (0.069)	0.059 (0.120)
FOWNED	-0.232* (0.126)	-0.303*** (0.117)	-0.286 (0.213)	-0.226 (0.143)	-0.397 (0.253)
AGE	-0.028 (0.063)	-0.075 (0.071)	-0.105 (0.095)	-0.073 (0.059)	-0.003 (0.094)
RDFOR	-0.076 (0.130)	-0.134 (0.118)	-0.058 (0.201)	-0.193*** (0.072)	0.209 (0.141)
Beobachtungen	949	898	455	898	455
Unternehmen	287	270	136	270	136

**Bemerkung:** Standardfehler (heteroskedastizitätsrobust) in Klammern; Signifikanzniveaus: \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$ ; alle Schätzungen kontrollieren für Unternehmens-Fixeffekte (FE) und Zeit-Fixeffekte. Die Variablen für das Wissenskapital und die Spillovers sind um eine Periode verzögert in die Gleichungen eingesetzt. CH-Patente steht für Patente, die ausschliesslich von Erfindern in der Schweiz entwickelt wurden. AL-Patente steht für Patente, die mithilfe von Erfindern im Ausland entwickelt wurden, aber von Schweizer Firmen angemeldet wurden. CA\_US steht für Kanada und USA, CN\_IN für China und Indien, JP für Japan und ROW für den Rest der Welt. «Poisson» bezeichnet das angewendete Schätzverfahren (Exponentialfunktion). «NEGBIN» bedeutet Negative Binomial. Das ist ein Schätzverfahren für abhängige Variablen mit ganzzahligen Werten und dient als «Robustheitstest» für «overdispersion» bei der Poisson-Schätzung (Schätzer konvergiert nur in der Schätzung für AL- und CH-Patente).

**Tab. A.7.8. Patentschätzung – «Fractional Counts» nach Regionen**

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Poisson FE	Poisson FE	Poisson FE	Neg-Bin FE
VARIABLEN	Alle Patente	CH Patente	AL Patente	AL Patente
spill(CH)	-0.008 (0.053)	-0.011 (0.054)	-0.073 (0.085)	-0.048 (0.063)
spill(CA_US)	0.122 (0.092)	0.002 (0.081)	0.182 (0.115)	0.111 (0.100)
spill(CN_IN)	0.201*** (0.066)	0.144** (0.069)	0.153 (0.120)	0.209* (0.107)
spill(EU)	0.121** (0.048)	0.098** (0.048)	0.233*** (0.073)	0.222*** (0.070)
spill(JP)	0.019 (0.088)	0.287** (0.124)	-0.356** (0.152)	-0.218 (0.153)
spill(ROW)	-0.174 (0.161)	-0.142 (0.144)	-0.102 (0.224)	-0.058 (0.154)
K(TOT)	1.018*** (0.104)	1.165*** (0.100)	0.800*** (0.131)	0.666*** (0.107)
SIZE	-0.240* (0.130)	0.027 (0.142)	-0.454*** (0.148)	-0.065 (0.136)
PC	0.023 (0.083)	0.094 (0.084)	-0.175 (0.168)	-0.046 (0.111)
FOWNED	-0.185* (0.108)	-0.217* (0.122)	-0.236 (0.213)	-0.349 (0.247)
AGE	-0.004 (0.071)	-0.052 (0.086)	-0.035 (0.113)	0.019 (0.095)
RDFOR	-0.092 (0.120)	-0.151 (0.121)	-0.125 (0.189)	0.049 (0.123)
Beobachtungen	949	913	516	516
Unternehmen	287	274	153	153

**Bemerkung:** Standardfehler (heteroskedastizitätsrobust) in Klammern; Signifikanzniveaus: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1; alle Schätzungen kontrollieren für Unternehmens-Fixeffekte (FE) und Zeit-Fixeffekte. Die Variablen für das Wissenskapital und die Spillovers sind um eine Periode verzögert in die Gleichungen eingesetzt. CH-Patente steht für Patente, die ausschliesslich von Erfindern in der Schweiz entwickelt wurden. AL-Patente steht für Patente, die mithilfe von Erfindern im Ausland entwickelt wurden, aber von Schweizer Firmen angemeldet wurden. «Fractional» bezieht sich darauf, dass die Wissenskapitalstöcke und die Spillover mit den Anteilen der Erfinder pro Land gewichtet worden sind. Beispielsweise, wenn 4 von 5 Erfindern im Ausland sind, wird das Patent zu 4/5 als AL-Patent gewertet. CA\_US steht für Kanada und USA, CN\_IN für China und Indien, JP für Japan und ROW für den Rest der Welt. «Poisson» bezeichnet das angewendete Schätzverfahren (Exponentialfunktion). «NEGBIN» bedeutet Negative Binomial. Das ist ein Schätzverfahren für abhängige Variablen mit ganzzahligen Werten und dient als «Robustheitstest» für «overdispersion» bei der Poisson-Schätzung (Schätzer konvergiert nur für AL-Patente).

Tab. A.7.9. Innovationschätzung – Kontrollvariablen (T-1)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	FE	FE	FE	FE	FE	FE
VARIABLES	innos_np	innos_mp	innos_np	innos_mp	innos_np	innos_mp
SIZE	2.811***	3.541***	2.851***	3.575***	2.837***	3.546***
	(1.058)	(1.180)	(1.078)	(1.208)	(1.077)	(1.211)
TP	0.466	0.583	0.472	0.589	0.474	0.593
	(0.317)	(0.364)	(0.317)	(0.365)	(0.317)	(0.365)
PC	-0.530	0.494	-0.473	0.602	-0.478	0.604
	(0.708)	(0.804)	(0.709)	(0.801)	(0.709)	(0.798)
FOWNED	0.452	-2.874*	0.491	-2.850*	0.446	-2.958*
	(1.648)	(1.584)	(1.636)	(1.572)	(1.632)	(1.561)
RDFOR	1.932**	0.331	1.857**	0.146	1.860**	0.124
	(0.778)	(0.800)	(0.779)	(0.795)	(0.778)	(0.789)
AGE	0.929	2.183**	0.938	2.228**	0.940	2.222**
	(0.853)	(0.930)	(0.852)	(0.947)	(0.855)	(0.951)
K(TOT) – 1 Periode	1.343**	1.398*				
	(0.635)	(0.733)				
K(CH) – 1 Periode			0.584	0.180		
			(0.716)	(0.836)		
K(AL) – 1 Periode			1.116	2.190**		
			(0.762)	(0.885)		
K(CH) – frac – 1 Periode					0.622	0.093
					(0.703)	(0.836)
K(AL) – frac – 1 Periode					1.192	2.650***
					(0.894)	(0.971)
Beobachtungen	1,269	1,269	1,269	1,269	1,269	1,269
Unternehmen	527	527	527	527	527	527

**Bemerkungen:** OLS Fixed-effects-Schätzer mit heteroskedastizitätsrobusten Standardfehlern. Signifikanzniveaus: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1; alle Schätzungen kontrollieren für Unternehmens-Fixeffekte (FE) und Zeit-Fixeffekte. Die Variablen für das Wissenskapital und den Spillovers sind um eine Periode verzögert in die Gleichungen eingesetzt (-1 Periode). K(CH) steht für den Wissenskapitalstock aufgrund von Patenten, die ausschliesslich von Erfindern in der Schweiz entwickelt wurden. K(AL) steht für den Wissenskapitalstock, der mithilfe von Erfindern im Ausland entwickelt wurde. «frac» steht für «fractional» und bezieht sich darauf, dass die Wissenskapitalstöcke und die Spillover mit den Anteilen der Erfinder pro Land gewichtet worden sind. Beispielsweise, wenn 4 von 5 Erfindern im Ausland sind, wird das Patent zu 4/5 als AL-Patent gewertet. Inno\_np und inno\_mp sind die logarithmierten Umsätze mit neuen Produktion (np) oder wesentlich veränderten Produkten (mp).

Tab. A.7.100. Innovationsschätzung – Kontrollvariablen (T-2)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	FE	FE	FE	FE	FE	FE
VARIABLEN	innos_np	innos_mp	innos_np	innos_mp	innos_np	innos_mp
SIZE	2.890*** (1.093)	3.383*** (1.221)	2.916*** (1.112)	3.383*** (1.238)	2.919*** (1.111)	3.384*** (1.241)
TP	0.471 (0.318)	0.540 (0.365)	0.469 (0.316)	0.537 (0.365)	0.475 (0.316)	0.543 (0.365)
PC	-0.617 (0.695)	0.418 (0.792)	-0.530 (0.689)	0.496 (0.790)	-0.520 (0.693)	0.511 (0.788)
FOWNED	0.451 (1.649)	-2.760* (1.596)	0.369 (1.621)	-2.846* (1.587)	0.298 (1.624)	-2.921* (1.581)
RDFOR	1.964** (0.796)	0.539 (0.801)	1.732** (0.794)	0.336 (0.797)	1.702** (0.790)	0.289 (0.794)
AGE	1.006 (0.853)	2.279** (0.944)	1.136 (0.867)	2.393** (0.957)	1.071 (0.873)	2.344** (0.965)
K(TOT) – 2 peri- oden	0.937 (0.646)	0.683 (0.680)				
K(CH) – 2 peri- oden			-0.190 (0.697)	-0.122 (0.781)		
K(AL) – 2 peri- oden			1.980** (0.813)	1.690** (0.839)		
K(CH) – frac – 2 perioden					-0.261 (0.679)	-0.242 (0.774)
K(AL) – frac – 2 perioden					2.277** (0.915)	2.101** (0.936)
Beobachtun- gen	1,249	1,249	1,249	1,249	1,249	1,249
Unternehmen	518	518	518	518	518	518

**Bemerkungen:** OLS Fixed-effects-Schätzer mit heteroskedastizitätsrobusten Standardfehlern. Signifikanzniveaus: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1; alle Schätzungen kontrollieren für Unternehmens-Fixeffekte (FE) und Zeit-Fixeffekte. Die Variablen für das Wissenskapital und den Spillovers sind um eine Periode verzögert in die Gleichungen eingesetzt (-1 Periode). K(CH) steht für den Wissenskapitalstock aufgrund von Patenten, die ausschliesslich von Erfindern in der Schweiz entwickelt wurden. K(AL) steht für den Wissenskapitalstock, der mithilfe von Erfindern im Ausland entwickelt wurde. «frac» steht für «fractional» und bezieht sich darauf, dass die Wissenskapitalstöcke und die Spillover mit den Anteilen der Erfinder pro Land gewichtet worden sind. Beispielsweise, wenn 4 von 5 Erfindern im Ausland sind, wird das Patent zu 4/5 als AL-Patent gewertet. Inno\_np und inno\_mp sind die logarithmierten Umsätze mit neuen Produkten (np) oder wesentlich veränderten Produkten (mp).

Tab. A.7.11. Produktivitätsschätzung – Kontrollvariablen

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	TFP FE	TFP FE	TFP FE 90th	TFP FE 75th	TFP FE any	TFP FE cont	TFP FE ACAD
	K(TOT)	K(CH) K(AL)	K(CH) K(AL)	K(CH) K(AL)	K(CH) K(AL)	K(CH) K(AL)	K(CH) K(AL)(2 lags)
K(TOT)	0.115*** (0.030)						
K(CH),		0.086** (0.034)	0.096*** (0.032)	0.122*** (0.039)	0.115*** (0.041)	0.114*** (0.040)	0.057 (0.039)
K(AL)		0.055 (0.041)	-0.052 (0.042)	-0.125** (0.049)	-0.113** (0.048)	-0.125*** (0.048)	0.037 (0.049)
K(CH)*NP090			-0.004 (0.034)				
K(AL)*NP090			0.124*** (0.041)				
K(CH)*NP075				-0.036 (0.033)			
K(AL)*NP075				0.175*** (0.036)			
K(CH)*NP0					-0.024 (0.033)		
K(AL)*NP0					0.160*** (0.035)		
K(CH)*NPC						-0.001 (0.002)	
K(AL)*NPC						0.008*** (0.002)	
K(CH)*ACAD							0.543* (0.286)
K(AL)*ACAD							-0.224 (0.294)
NP090			-0.025 (0.056)				
NP075				-0.003 (0.050)			
NP0					-0.061 (0.054)		
NPC						-0.002 (0.003)	
ACAD							-0.652 (0.464)
TP	-0.012 (0.016)	-0.011 (0.016)	-0.009 (0.017)	-0.010 (0.017)	-0.008 (0.017)	-0.009 (0.017)	-0.011 (0.016)
PC	0.019 (0.035)	0.021 (0.036)	0.044 (0.036)	0.043 (0.036)	0.041 (0.036)	0.043 (0.036)	0.016 (0.035)
FOWNED	0.006 (0.060)	0.011 (0.060)	0.024 (0.057)	0.039 (0.056)	0.036 (0.056)	0.032 (0.057)	0.010 (0.061)
AGE	0.047 (0.045)	0.047 (0.047)	0.018 (0.048)	0.009 (0.049)	0.013 (0.048)	0.011 (0.048)	0.056 (0.050)

Beobachtungen	851	851	790	790	790	790	837
Anzahl Unternehmen	429	429	406	406	406	406	418

**Bemerkungen:** OLS Fixed-effects-Schätzer mit heteroskedastizitätsrobusten Standardfehlern. Signifikanzniveaus: \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$ ; alle Schätzungen beinhalten Kontrollvariablen für Unternehmens-Fixeffekte (FE), Zeit-Fixeffekte, Intensität des Preiswettbewerbs, Auslandsbesitz, Alter, und die Basisvariablen für die jeweiligen Interaktionsterme (NPC, NP0, NP075, NP090). Die Variablen für das Wissenskapital sind eine Periode verzögert in die Gleichungen eingesetzt. Die Ergebnisse sind sehr ähnlich, wenn wir eine stärkere Verzögerung nehmen (-2 Jahre). K(CH) steht für den Wissenskapitalstock auf Basis von Patenten, die ausschliesslich von Erfindern in der Schweiz entwickelt wurden. K(AL) steht für den Wissenskapitalstock, der mithilfe von Erfindern im Ausland entwickelt wurde.

# KOF

ETH Zürich  
KOF Konjunkturforschungsstelle  
LEE G 116  
Leonhardstrasse 21  
8092 Zürich

Telefon +41 44 632 42 39  
Telefax +41 44 632 12 18  
[kof@kof.ethz.ch](mailto:kof@kof.ethz.ch)  
[www.kof.ethz.ch](http://www.kof.ethz.ch)

Herausgeber: KOF Konjunkturforschungsstelle  
Fotos: Name

© ETH Zurich, November 2015