

Jürgen Janger, Agnes Kügler, Andreas Reinstaller, Fabian Unterlass

Österreich 2025 – Die "Frontier" in Wissenschaft, Technologie, Innovationen und Wirtschaft

Messung und Bestimmungsfaktoren

Österreich 2025 – Die "Frontier" in Wissenschaft, Technologie, Innovationen und Wirtschaft. Messung und Bestimmungsfaktoren

Die Leistung eines Innovationssystems kann anhand der Fähigkeit, zur Frontier oder der höchsten Leistungsgrenze in verschiedenen Bereichen beizutragen, gemessen werden. Die Differenzierung in die vier Frontier-Bereiche Wissenschaft, Technologie, Innovationen und Wirtschaft ermöglicht einen Fokus der Analyse auf die Überleitung von der Wissens- und Technologieproduktion in Beschäftigung und Wertschöpfung. Die beiden Dimensionen der Innovations-Frontier – Strukturwandel in Richtung wissensintensiver Sektoren und Verbesserung der Marktpositionen in bestehenden Spezialisierungen (Upgrading) – können als strategischer Rahmen für die FTI-Politik genutzt werden. Dieser lässt sich effektiver operationalisieren als eine Orientierung an radikalen Innovationen. Eine Anwendung des Konzepts auf Österreich zeigt derzeit gegenüber führenden Innovationsländern einen Rückstand in allen Frontier-Bereichen, besonders in der Wissenschaft und hinsichtlich des Strukturwandels.

Austria 2025 – Measuring and Determining the Frontier in Science, Technology, Innovation and Economy

The performance of an innovation system can be measured by its capability to contribute to the frontier or highest performance threshold in a number of areas. By differentiating between the four frontier areas of science, technology, innovation and economy, the analysis can focus on the transition from knowledge and technology generation to employment and value added. The two dimensions of the frontier in innovation – structural change towards knowledge-intensive sectors and within-sector upgrading – may be used as a strategic framework for RTI policy. Such a framework can be more effectively operationalised than a focus on radical innovations. Applying this concept to Austria, it was found that the country lags behind leading innovation countries in all frontier areas, especially in science and structural change.

Kontakt:

Mag. Dr. Jürgen Janger, MSc: WIFO, 1030 Wien, Arsenal, Objekt 20, juergen.janger@wifo.ac.at
Mag. Dr. Agnes Kügler, MSc: WIFO, 1030 Wien, Arsenal, Objekt 20, agnes.kuegler@wifo.ac.at
Mag. Dr. Andreas Reinstaller: WIFO, 1030 Wien, Arsenal, Objekt 20, andreas.reinstaller@wifo.ac.at
MMMag. Fabian Unterlass: WIFO, 1030 Wien, Arsenal, Objekt 20, fabian.unterlass@wifo.ac.at

JEL-Codes: O30, O31, O38 • **Keywords:** Frontier, Innovationsmessung, Innovationspolitik, Strukturwandel, Upgrading

Dieser Beitrag fasst die Ergebnisse von Teilprojekten des WIFO-Forschungsprogrammes "Österreich 2025" zusammen: Jürgen Janger, Agnes Kügler, Andreas Reinstaller, Peter Reschenhofer, Fabian Unterlass, Austria 2025 – A New Strategic Innovation Policy Framework. Addressing Structural Change and Upgrading (Februar 2017, 39 Seiten, 40 €, Download 32 €: <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/59290>) und Jürgen Janger, Agnes Kügler, Andreas Reinstaller, Fabian Unterlass, Austria 2025 – Looking Out For the Frontier(s): Towards a New Framework For Frontier Measurement in Science, Technology and Innovation (Februar 2017, 70 Seiten, 60 €, Download 48 €: <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/59289>)

Das Forschungsprogramm "Österreich 2025" wird von Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft, Oesterreichischer Nationalbank, Klima- und Energiefonds, Bundesministerium für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz und Hannes Androsch Stiftung bei der Österreichischen Akademie der Wissenschaften finanziell unterstützt. Einzelne Projekte finanziert durch die Bundesarbeitskammer, das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, die Landwirtschaftskammer Österreich und die Wirtschaftskammer Österreich werden ebenfalls im Rahmen des Forschungsprogrammes abgewickelt.

Begutachtung: Michael Peneder • **Wissenschaftliche Assistenz:** Kathrin Hofmann (kathrin.hofmann@wifo.ac.at), Anna Strauss (anna.strauss@wifo.ac.at)

1. Frontier-Bestimmung in Wissenschaft, Technologie und Innovationen

In Österreich wird häufig Kritik an der Bewertung der Innovationsleistung durch internationale Rankings wie das European Innovation Scoreboard (EIS) oder den Global Innovation Index (GII) geäußert (BMWFV – BMVIT, 2014). Gleichzeitig ist der den Rankings zugrundeliegende "Frontier"-Begriff – die höchstmögliche Leistungsgrenze – in der wissenschaftlichen Literatur ohne Definition und wird empirisch unterschiedlich

gehandhabt. Die akademische Grundlagenforschung sieht die Frontier als Grenze des bekannten Wissens (*Bush, 1945*), die Wachstumsökonomie das höchstmögliche BIP pro Kopf, die höchstmögliche Arbeitsproduktivität pro Stunde oder das höchstmögliche Niveau der Gesamtfaktorproduktivität als technologische Frontier (*Acemoglu – Aghion – Zilibotti, 2006*); in der Literatur zur Technologielücke werden hingegen verschiedene Technologieindikatoren verwendet (*Fagerberg, 1994*). Innovationsrankings identifizieren die Innovations-Frontier mit dem Land, das den höchsten Wert über alle Indikatoren erzielt (*Janger – Kügler – Reinstaller – Unterlass, 2017*).

Dies ist problematisch, weil inkonsistente Frontier-Konzepte und -Indikatoren Benchmarking-Analysen und darauf beruhende Politikempfehlungen verzerren. In der neuen Wachstumstheorie wird etwa postuliert, Länder an der technologischen Frontier sollten auf Innovationsstrategien setzen, während Länder hinter der Frontier Investitions- und Nachahmerstrategien verfolgen sollten, um aufzuholen (*Aghion – Howitt, 2006*). *Janger – Kügler – Reinstaller – Unterlass (2017)* folgend wird vorgeschlagen, die höchste Leistungsgrenze ("Frontier") in vier unterschiedlichen Bereichen konsistent zu messen (Abbildung 1):

- Die Wissenschafts-Frontier entspricht der am höchsten ausgeprägten Fähigkeit von Volkswirtschaften, zum Wachstum des wissenschaftlichen Wissens beizutragen, und wird durch Quantität und Qualität der Publikationen relativ zur Bevölkerungsgröße gemessen.
- Die Technologie-Frontier bezieht sich auf die Produktion von technologischem Wissen und auf die technischen Eigenschaften von neuen Produkten oder Prozessen (Outputs von Forschungs- und Innovationsprozessen)¹⁾. Sie wird durch die Quantität und Qualität von Patenten gemessen.
- Die Innovations-Frontier bezeichnet die Fähigkeit, diese Outputs in ökonomische Erfolge umzusetzen, und wird durch zwei Dimensionen beschrieben: einerseits den Strukturwandel, d. h. die Entwicklung des Anteils der Wertschöpfung wissensintensiver Branchen an der gesamten volkswirtschaftlichen Leistung, und andererseits das Upgrading, d. h. die Bewegung einer Volkswirtschaft auf der Qualitätsleiter oder innerhalb der Bandbreite der Wissensintensität einer Branche. Verwandte Bezeichnungen auf Produktebene sind z. B. horizontale und vertikale Differenzierung (*Janger – Schubert et al., 2017, Reinstaller et al., 2012, Reinstaller et al., 2016*). Während die wissenschaftliche und die technologische Frontier die Fähigkeiten beschreiben, unterschiedliche Arten von Wissen zu erhöhen ("Knowledge Creation") oder die technischen Leistungseigenschaften von Produkten oder Prozessen zu verbessern, bezieht sich die Innovations-Frontier auf den kommerziellen Nutzen von Erfindungen und Innovationen (die "Outcomes" von Innovationen, "Value Creation")²⁾.
- Die Wirtschafts-Frontier schließlich misst die Fähigkeit, möglichst viel Wertschöpfung aus den verfügbaren, nicht nur FTI-spezifischen Ressourcen zu generieren, und wird durch BIP pro Kopf, die Arbeitsproduktivität und das Niveau der Gesamtfaktorproduktivität gemessen³⁾.

Wie ausgeprägt die Fähigkeiten einer Volkswirtschaft in diesen vier Dimensionen sind, wird von jeweils Frontier-spezifischen Faktoren beeinflusst. So wirkt z. B. die Finanzierung von Universitäten auf die (relative) Position zur Wissenschafts-Frontier. Die Fähigkeiten beeinflussen einander aber auch wechselseitig: Die Fähigkeit, zum Wachstum des wissenschaftlichen Wissens beizutragen, ist auch relevant für die Fähigkeit, zum technologischen Wissen, den ökonomischen Ergebnissen erfinderischer

¹⁾ Der Begriff "technologisch" bezieht sich hier nicht nur auf die Sachgütererzeugung und auf formale Forschung und Entwicklung, sondern bezeichnet breiter den Einsatz von Wissen zur Problemlösung im Dienstleistungs- und Sachgüterbereich.

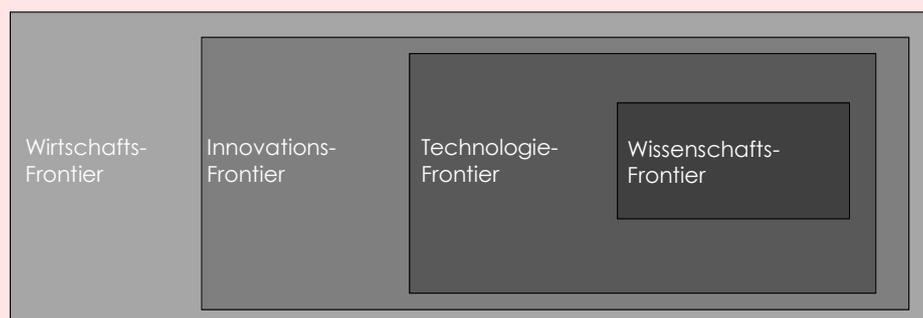
²⁾ Innovationen vermitteln auch gesellschaftlichen Nutzen, etwa in den Bereichen Medizin oder Umwelttechnologien. Im Fokus des vorliegenden Beitrages steht der wirtschaftliche Erfolg.

³⁾ Diese Indikatoren entsprechen dem "Eisberg-Modell" von *Peneder (2016)*, wonach Produktivität das Endergebnis zahlreicher "Schichten" an Bestimmungsfaktoren ist, die insbesondere auch nicht FTI-bezogene Faktoren berücksichtigen.

Tätigkeit und der Wertschöpfung beizutragen. Mit jeder Frontier, beginnend mit der wissenschaftlichen, steigt die Zahl der Bestimmungsfaktoren und Wechselwirkungen: Die Innovations-Frontier wird nicht nur durch Forschungsprozesse der Unternehmen beeinflusst, sondern auch durch Rahmenbedingungen für die Wachstumsfinanzierung von neu gegründeten Unternehmen, die Wettbewerbsintensität auf Produktmärkten, die Qualifikation der Fachkräfte usw.

Nicht alle Frontier-Dimensionen lassen sich gegenwärtig hinreichend messen. Die Erfassung von unkodifiziertem, stillem oder implizitem Wissen als einem wichtigen Resultat der Forschungsanstrengungen von Unternehmen bleibt für den Zweck jährlicher Ländervergleiche unbefriedigend; auch Aspekte des Innovationsoutput wie etwa die technologische Radikalität von Produktinnovationen sind schwierig zu erfassen (Janger – Schubert et al., 2017).

Abbildung 1: Die Frontier in Wissenschaft, Technologie, Innovation und Wirtschaft



Q: Janger – Kügler – Reinstaller – Unterlass (2017).

Österreich liegt in allen Frontier-Bereichen hinter dem Durchschnitt der fünf im EIS 2016 führenden EU-Länder und der Schweiz (Übersicht 1). Während der Abstand von der Wissenschafts-Frontier relativ groß ist, kommt Österreich im Bereich der Technologien näher an die Vergleichsländer heran, ein Qualitätsindikator (Patente mit mehr als 5 Zitationen) fällt sogar besser aus als im Durchschnitt der Vergleichsländer. Eine rezente Analyse von Reinstaller – Reschenhofer (2017) deutet jedoch auf eine unterdurchschnittliche Häufigkeit bahnbrechender Erfindungen in wichtigen Schlüsseltechnologien in Österreich hin. Insgesamt scheinen aber die Anstrengungen, technologisches Wissen zu produzieren, näher an die Fähigkeit führender Länder heranzureichen als im wissenschaftlichen Bereich.

Zwischen den zwei Dimensionen der Innovations-Frontier zeigt sich ein deutlicher Unterschied: Österreich schneidet hinsichtlich des Anteils wissensintensiver Branchen an der Wertschöpfung traditionell schlecht ab, bleibt aber in Branchen mit mittlerer bis mittelhoher Wissensintensität durch kontinuierliche Verbesserung der bestehenden Kompetenzen wettbewerbsfähig ("Österreich-Paradoxon", "Hidden Champions", Spitzenpositionen in Nischen; Janger, 2013B, Leitner et al., 2015, Peneder, 1999, Reinstaller, 2014). Die Umsetzung neu geschaffenen technologischen Wissens in wirtschaftlichen Erfolg erfolgt eher durch Verbesserung der bestehenden Kompetenzen bzw. Marktpositionen und Spezialisierungen (Hözl et al., 2016). Dieser Befund ergibt sich aufgrund durchschnittlicher Betrachtungen und schließt nicht dynamische Unternehmen in Branchen aus, auf die Österreich traditionell nicht spezialisiert ist.

Auch bezüglich des "Upgrading" besteht immer noch Spielraum nach oben, wie der Vergleich mit den führenden Innovationsländern zeigt. Die bekannte Frage, ob die bestehende Spezialisierung Österreichs ihr Wachstumspotential ausgeschöpft hat, sollte deshalb nicht vorschnell beantwortet werden, insbesondere wenn weiterhin Wettbewerbsvorteile aufgrund von Innovationen und Qualität gehalten werden können (Reinstaller, 2014). Die Produkte mancher Branchen mit mittlerer bis mittelhoher Wissensintensität sind mitunter aufgrund der kumulierten, oft mit der Produktion verwobenen und auf stillem Wissen beruhenden Natur der notwendigen Kompetenzen schwieriger nachzuahmen als die Produkte wissensintensiver Sektoren (Beispiel: Nokia). Zudem lösen Innovationen in traditionell wenig innovationsintensiven

Branchen immer wieder einen Umbruch aus, wie die Beispiele von Amazon (Einzelhandel), Uber (Taxis) und Airbnb (Tourismus) zeigen. Innovationsanstrengungen in allen Branchen zu unterstützen, bleibt daher wichtig.

Übersicht 1: Österreichs Frontier-Performance im Vergleich mit den Innovation Leaders der EU und der Schweiz

Rang unter 34 Ländern, jeweils letzter verfügbares Jahr

	Österreich	Schweiz	Deutschland	Dänemark	Rang Finnland	Niederlande	Schweden	Durchschnitt Innovation Leaders und Schweiz
Wirtschafts-Frontier								
BIP pro Kopf zu Kaufkraftparitäten	7	3	10	8	12	5	9	7
Arbeitsproduktivität je Stunde	12	10	9	6	13	5	11	10
Niveau der Gesamtfaktorproduktivität	12	5	8	7	15	6	10	10
Innovations-Frontier								
Strukturwandel ¹⁾								
Wertschöpfungsanteil von Sektoren mit mittelhoher bis hoher Innovationsintensität (Dienstleistungen und Sachgüter)	15	10	3	19	9	22	12	12
Wertschöpfungsanteil forschungsintensiver Sachgüterbranchen	10	2	3	4	17	15	11	9
Anteil wissensintensiver Dienstleistungen am Dienstleistungsexport	23	34 ²⁾	10	2	3	8	9	14
Upgrading								
Strukturereinigte Forschungs- und Entwicklungsintensität von Unternehmen	4	–	8	3	1	9	2	5
Anteil des hohen Qualitätssegments an Exporten komplexer Produkte	8	2	3	11	6	19	5	6
Komplexität der exportierten Produkte ³⁾	10	3	2	19	5	14	4	7
Technologie-Frontier								
Patentanmeldungen je 1.000 Einwohner und Einwohnerinnen	6	1	3	5	4	7	2	4
Patentanmeldungen mit mehr als 5 Zitationen je 1.000 Einwohner und Einwohnerinnen	2	1	6	5	3	7	15	3
Triadenpatente ⁴⁾ je 1.000 Einwohner und Einwohnerinnen	8	2	4	6	10	5	3	3
Wissenschafts-Frontier								
Qualität der Publikationen (Publikationen in den Top 10% je 1.000 Einwohner und Einwohnerinnen)	10	1	12	2	5	3	4	5
Quantität der Publikationen pro Kopf (Bevölkerung)	11	1	13	2	5	6	3	5

Q: Janger – Kügler – Reinstaller – Untertass (2017). Innovation Leaders der EU: Deutschland, Dänemark, Finnland, Niederlande, Schweden. 34 Vergleichsländer: EU 28, China, Japan, Demokratische Volksrepublik Korea und Republik Korea, Norwegen, Schweiz, USA. – ¹⁾ Durchschnitt ohne Schweiz. – ²⁾ Aufgrund des hohen Volumens der Finanzdienstleistungen verzerrt, Mittelwert Strukturwandel daher ohne wissensintensive Dienstleistungen (Rang einschließlich Finanzdienstleistungen: 26, keine Auswirkung auf Mittelwert über alle Länder). – ³⁾ Beruht auf Netzwerkanalysen von Handelsdaten und vereint Aspekte von Upgrading und Strukturwandel in sich. – ⁴⁾ Patentanmeldungen mit gleicher Prioritätserklärung beim Europäischen Patentamt, United States Patent and Trademark Office und Japan Patent Office.

Die Innovation Leaders insgesamt schneiden hinsichtlich des Strukturwandels schlechter ab als in Bezug auf die technologische Frontier; das Land, in dem die Forschung und Entwicklung oder die Produktentwicklung vorgenommen wird, ist damit nicht mehr notwendigerweise auch das Land, in dem die Waren oder Dienstleistungen produziert werden (siehe dazu auch Soete, 2016). Die zunehmende Organisation der Wirtschaft in weltweiten Wertschöpfungsketten kann dazu führen, dass die technologische und die Innovations-Frontier auseinanderklaffen oder die "Value Creation" nur mehr bedingt im selben Land aus der "Knowledge Creation" durch Unternehmen folgt. Weltweit werden immer wieder aussichtsreiche forschungsintensive Unternehmensneugründungen durch große Unternehmen übernommen, und die Fertigungsüberleitung kann damit geographisch disloziert erfolgen (The Economist, 2016).

Darin liegt eine der möglichen Ursachen der unterdurchschnittlichen Effizienz von Innovationsanstrengungen in Österreich im Sinn der wirtschaftlichen Ergebnisse relativ zur eingesetzten Forschungsintensität, wie sie sich sowohl aus der einfachen Relation von Input- und Outputindikatoren in Innovationsrankings wie dem EIS oder dem GIJ ergibt als auch aus Effizienz-Frontier-Analysen (Kügler – Janger, 2015). Österreich ist als Forschungsstandort multinationaler Unternehmen aufgrund seines Fördersys-

tems, aber auch anderer Faktoren wie politischer Stabilität durchaus attraktiv, wie der hohe Finanzierungsanteil ausländischer Unternehmen an den heimischen F&E-Ausgaben zeigt⁴⁾. Inwiefern das neu geschaffene Wissen dann auch in Produktion vor Ort einfließt, muss noch genauer untersucht werden. Anekdotische Beispiele der Übernahme und Einstellung von jungen Unternehmen (z. B. der Grazer Sensor Dynamics durch Maxim Integrated USA) oder der Trennung von Forschung und Produktion in der Batterieherstellung bei Samsung⁵⁾ deuten auf die Relevanz dieser Entwicklung hin. Laut der Umfrage von *Hözl et al.* (2016) unter großen Unternehmen planen in Österreich derzeit immerhin 15% eine Produktionsverlagerung. Viele sehen F&E und Produktion aber als untrennbar und haben in den letzten Jahren ihre vertikale Integration sogar erhöht. Die Ansiedlung von Forschung und Entwicklung im Inland und der Produktion im Ausland muss zudem nicht nachteilig sein, da weiterhin Wissensspillovers und z. B. der Aufbau von Humankapital im Inland erfolgen. Die Überleitung von Innovationsaktivitäten in Wertschöpfung sollte aber in das Blickfeld der österreichischen FTI-Politik rücken, um etwa Barrieren für heimische Wertschöpfung zu identifizieren und zu beseitigen.

Das BIP pro Kopf entspricht in Österreich dem Durchschnitt der führenden Innovationsländer. Offenbar beeinflussen nicht FTI-bezogene Faktoren das BIP positiv, wie etwa der in Österreich hohe Tourismusanteil (2013: EU 28 5,5%, Österreich 7,1%); bezüglich der Produktivität zeigt sich dagegen ein leichter Rückstand, wobei auch nicht alle Innovation Leaders hier Spitzenwerte erreichen. Dies zeigt, wie schwierig es ist, historisch oder durch Ressourcenausstattung bedingte Nachteile durch eine effektive FTI-Politik zu kompensieren. Insgesamt bestätigt sich das Bild, dass sich Österreichs Wirtschaft im Durchschnitt hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit in Wissenschaft, Technologie und Innovationen in manchen Bereichen zwar nur knapp hinter oder gleichauf mit den führenden Ländern liegt, aber insgesamt noch Potential aufweist, sich den höchsten Leistungsgrenzen in Wissenschaft, Technologie und Innovationen zu nähern. Einige Unternehmen und auch wissenschaftliche Institutionen mögen freilich in ihren Bereichen bereits an der jeweiligen Frontier liegen ("Frontrunner") bzw. diese definieren.

2. Bestimmungsfaktoren der Innovations-Frontier: ein strategischer Rahmen für die FTI-Politik

Die Unterscheidung verschiedener Performancedimensionen der Frontier kann auch als strategischer Rahmen für die FTI-Politik dienen (*Janger – Kügler – Reinstaller – Reschenhofer et al.*, 2017). Strategische Performanceziele der FTI-Politik beschränken sich allgemein oft auf die Erhöhung der Innovationsleistung ("Increasing the Rate of Innovation"). Das Fehlen spezifischer Performanceziele behindert die Ausarbeitung maßgeschneiderter Strategien, um Problembereiche in der FTI-Leistung anzugehen (*Janger – Kügler – Reinstaller – Reschenhofer et al.*, 2017). Die beiden Dimensionen der Innovations-Frontier – Strukturwandel und -upgrading – können als empirische Performanceziele genutzt werden, um mit gezielten Maßnahmenbündeln die wissenschaftliche und technologische Leistungsfähigkeit zu erhöhen. Der Fokus auf die damit generierte Wertschöpfung markiert eine Schwerpunktverlagerung von bisherigen Anstrengungen nicht nur in Österreich, sondern weltweit – "from underinvestment in [firm] R&D to maintaining creative destruction" (Luc Soete), d. h. als Endpunkt der FTI-Politik nicht die Steigerung der F&E-Intensität oder des Volumens des neu geschaffenen Wissens zu sehen (d. h. die technologische Frontier), sondern die ökonomischen (und gesellschaftlichen) Effekte, die damit erzielt werden können. F&E-Förderung und Wissensproduktion sind damit nicht überholt, sondern erfordern zusätzlich die Umsetzung der Wissensproduktion in ökonomische und gesellschaft-

⁴⁾ 20,7% der Unternehmensforschungsausgaben wurden 2013 in Österreich aus ausländischen Quellen finanziert; in der EU 28 insgesamt betrug der Anteil 10,5%, im OECD-Durchschnitt 6,8%.

⁵⁾ Das Forschungszentrum befindet sich bei Graz, das Produktionswerk wird in Ungarn gebaut (*Futurezone*, 2016).

liche Effekte⁶⁾. Dieser Rahmen für die FTI-Politik ist zudem einfacher zu operationalisieren und aus Politsicht effektiver als eine Orientierung an den vielzitierten radikalen Innovationen, die oftmals an Messproblemen scheitert (*Janger – Schubert et al., 2017*).

In Österreich sollten gemäß der Leistungsbewertung in Übersicht 1 verstärkt das Wachstum neuer Produktlinien und der Strukturwandel aufbauend auf der horizontalen Diversifikation bestehender Kompetenzen gefördert werden, während gleichzeitig die Upgrading-Komponente nicht außer Acht gelassen werden darf. Welche Instrumente eher den Strukturwandel, welche eher das Upgrading unterstützen, bedarf noch weiterer empirischer Analysen.

Viele Studien belegen aber die wesentliche Rolle der Absolventen und Absolventinnen von Hochschulen für das Wachstum wissensintensiver Branchen sowie der Qualität der akademischen Forschung oder der wissenschaftlichen Produktivität von Universitäten für die Kommerzialisierungschancen z. B. in Form von akademischen Spin-offs oder Lizenzeinkünften (*Janger, 2015B*) und damit die Zusammenhänge zwischen der Wissenschafts- und der Innovations-Frontier. Nach *Reinstaller et al. (2016)* wirkt sich der Anteil von Personen mit tertiärer Bildung positiv auf die Entwicklung neuer Exportspezialisierungen aus, da solche Arbeitskräfte dazu beitragen, Pfadabhängigkeiten im Produktionssystem aufzuweichen. Der kritische Punkt für die Umsetzung von Wissen in Wertschöpfung ist oft das Wachstum junger Unternehmen, wobei die Wachstumsfinanzierung innovationsbasierter junger Unternehmen in Österreich traditionell schwierig verläuft (*Peneder, 2013*). Eine Beschleunigung des Strukturwandels in Österreich hängt demnach u. a. sowohl von den Bedingungen für die Lehre an tertiären Hochschulen, die Wissensproduktion der Universitäten⁷⁾ als auch von der Wachstumsfinanzierung ab.

Einige Elemente des österreichischen FTI-Systems und seiner Rahmenbedingungen wie Bildungs- und Regulierungssystem dürften bisher eher das erfolgreiche "Upgrading" begünstigt haben. Dazu zählen das Bildungssystem mit einem international hohen Anteil an berufsspezifisch Gebildeten (z. B. durch Lehre und HTL; *Bock-Schappelwein – Janger – Reinstaller, 2012*) und Rahmenbedingungen wie Sozialpartnerschaft, Wettbewerbsregulierung und Gewerbeordnung, die tendenziell eine Vertiefung bestehender Spezialisierungen in der Produktion begünstigen. Auch Elemente des Forschungsfördersystems können dazu beitragen: So stützt die steuerliche F&E-Förderung eher bestehende Unternehmen (*Appelt et al., 2016*). Weitere Untersuchungen wären hier sinnvoll. Grundsätzlich zeigt die Performance der Innovation Leaders aber, dass beide Performancedimensionen der Innovations-Frontier gleichzeitig hoch sein können, dass also Strukturwandel nicht zulasten von Upgrading gehen muss. Etwa kann durch ein "Upskilling" der Anstieg der Zahl der Absolventen und Absolventinnen in MINT-Studienrichtungen (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft, Technik) mit einem unveränderten Zustrom von HTL- und Lehrabsolventen und -absolventinnen vereinbar sein (*Bock-Schappelwein – Janger – Reinstaller, 2012*).

Eine weitere wichtige Entwicklung für den strategischen Rahmen der FTI-Politik mit dem Zeithorizont 2025 sind die enormen gesellschaftlichen Herausforderungen im Bereich Umwelt und Demographie, die fokussierte Anstrengungen nicht nur Österreichs, sondern weltweit erfordern. Eine Steigerung der Leistungsfähigkeit des FTI-Systems sorgt hier für niedrigere Umstiegskosten, wenn sich Innovationsaktivitäten auf neue Aspekte wie saubere Energie konzentrieren sollen, und beschleunigt Innovationsaktivitäten in diesen Bereichen (*Aiginger, 2016*). Bestand früher die Herausforderung nur darin, den technologischen Fortschritt zu beschleunigen, so wird dies heute

⁶⁾ Wie *Bronzini – Piselli (2016)* in einer Übersicht über Evaluierungsstudien zeigen, konzentrieren sich diese auf die Inputadditionallität, d. h. die Effekte der F&E-Förderung auf die F&E-Ausgaben von Unternehmen. Evaluierungen des Effektes auf wirtschaftliche Kennzahlen sind selten.

⁷⁾ "Provided effective technology transfer systems are put in place, academic research is probably the most effective source of new ideas, which in turn induce further research for the business sector" (*van Pottelsberghe, 2008, S. 7*).

zusätzlich erschwert durch die Aufgabe, den technologischen Fortschritt in eine bestimmte Richtung zu beschleunigen (*Bailey – de Propriis – Janger, 2015*).

Solche Anstrengungen zur Bewältigung dieser gesellschaftlichen Herausforderungen erfordern in der Regel aufgrund des Forschungs- und Infrastrukturbedarfs kritische Projektgrößen; Österreich kann hier erheblich von der Kooperation innerhalb des Europäischen Forschungsraumes profitieren. Die mögliche Nutzung von Skaleneffekten ist ein wesentlicher Vorteil der EU-Mitgliedschaft. Neben der Möglichkeit der verstärkten Zusammenarbeit und dadurch auch der Spezialisierung auf Kernkompetenzen innerhalb der EU erhöhen sich im Europäischen Forschungsraum durch den Wegfall administrativer Schranken aber auch die Mobilität der Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen und damit der Wettbewerb zwischen Forschungseinrichtungen. Die "Wettbewerbsfähigkeit" dieser Einrichtungen im Sinn attraktiver Rahmenbedingungen für Forschung und Lehre wird daher zum Kriterium für die Rekrutierung von Talenten, zusätzlich getrieben vom verstärkten Aufbau von universitären Finanzierungs-systemen in Europa, die Mittel nach Qualitätskriterien zuweisen (*Janger et al., 2012, Janger – Nowotny, 2016*).

3. Frontier-Annäherung in Wissenschaft, Technologie und Innovationen

Im Folgenden werden ausgewählte Maßnahmen diskutiert und weitere Untersuchungen angeregt, die eine Annäherung Österreichs an das höchste Leistungs-niveau – die Frontier – unterstützen könnten. Sie beruhen nicht nur auf den Ergebnissen des WIFO-Forschungsprogrammes "Österreich 2025", sondern auch auf früheren Studien des WIFO.

3.1 Humanressourcen für Forschung und Innovationen: weltweiter Wettbewerb um Talente

In den Industrieländern ist das größte Innovationshemmnis die zu geringe Verfügbarkeit qualifizierter Arbeitskräfte (*Hölzl – Janger, 2014*). Weltweit ist ein Wettbewerb um Talente zu verzeichnen, sowohl zwischen Unternehmen als auch zwischen Hochschulen (*Florida, 2005, Freeman, 2010, Stephan – Franzoni – Scellato, 2015*). Er ist ein wesentlicher Bestimmungsfaktor für die Fähigkeit, sich der wissenschaftlichen, technologischen und Innovations-Frontier zu nähern. In Österreich sind kaum Unternehmen ansässig, die weltweite Anziehungskraft auf Talente entwickeln würden, wie etwa Google oder Apple. Die Verbesserung der Bedingungen für Forschung und Lehre an Österreichs Universitäten kann daher ein wesentlicher Hebel für den Zuzug von Talenten sein, umso mehr als der Universitätsstandort Österreich seine Attraktivität für ausländische Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen steigern kann (*Reinstaller et al., 2012, Janger – Strauss – Campbell, 2013*).

Dazu zählen eine verstärkte Ausrichtung der Forschungsfinanzierung von Universitäten auf Qualität, optimale Karriere- und Organisationsstrukturen, ein Ausbau strukturierter Doktoratsprogramme, eine Regelung, um die Zahl der Studierenden in Einklang mit den Betreuungskapazitäten zu bringen, dadurch Drop-out-Raten zu senken und mehr Zeit für Forschung freizumachen, sowie eine Erhöhung der Finanzierung⁸⁾. Einige dieser Strategien, insbesondere in Bezug auf Karriere- und Organisationsstrukturen, Finanzierungswettbewerb und Doktoratsprogramme werden in Österreich schon am IST Austria verfolgt, das international überaus erfolgreich ist⁹⁾. Um die internationale Sichtbarkeit der österreichischen Forschungseinrichtungen zu steigern,

⁸⁾ Detaillierte Vorschläge diskutieren *Janger – Nowotny (2016), Hranayai – Janger (2013, 2016), Janger (2013A, 2015A)*.

⁹⁾ Ein Ausbau des Wettbewerbes von Universitäten um die Finanzierung ist in der FTI-Strategie der Bundesregierung 2011 verankert. Die im November 2016 verkündete Budgetsteigerung des FWF auf 281 Mio. € könnte allerdings nur ausreichen, um den in den letzten Jahren gestiegenen Rückstand gegenüber den führenden Innovationsländern wieder auf das Ausgangsniveau zurückzuführen. Unter der Annahme, dass die Budgets der Wissenschaftsfonds von vier Ländern (Deutschland, Finnland, Schweiz, Niederlande) ähnlich wachsen wie in den Jahren 2007/2015, würde das FWF-Budget pro Kopf der Bevölkerung im Jahr 2021 42,3% des Durchschnittes dieser vier Länder betragen, im Vergleich mit 41,9% im Jahr 2015.

könnte eine Zusammenführung außeruniversitärer Einrichtungen unter dem Dach von Universitäten geprüft werden; die Anbindung an die universitäre Lehre würde auch den Transfer des Wissens über die Absolventen und Absolventinnen in Wirtschaft und Gesellschaft unterstützen und so wesentlich zur Überführung von Wissen in Wertschöpfung beitragen. Die Wiederzusammenführung von Medizinuniversitäten mit den Universitäten Wien, Graz und Innsbruck könnte Verwaltungseinsparungen, Verbundvorteile in Forschung und Lehre und durch einen statistischen Effekt eine sofortige deutliche Verbesserung in manchen Universitätsrankings wie dem Shanghai-Ranking bewirken. Schließlich hängt die Stärkung der Hochschulen ebenfalls von der Qualität des vorgelagerten Bildungssystems ab¹⁰⁾.

3.2 Wissensbasis und Wachstumsfinanzierung für schnell wachsende Jungunternehmen ("Scale-ups")

Eine Verbesserung der wissenschaftlichen Produktivität und der Qualität der Hochschulforschung erhöht nicht nur die Sichtbarkeit Österreichs für den Zuzug von Talenten, sondern generiert auch eine Doppeldividende durch Steigerung der Wahrscheinlichkeit einer Umsetzung bahnbrechenden Wissens in wirtschaftliche oder gesellschaftliche Anwendungen. Ein weiterer Problempunkt sind in Österreich die fehlenden Wachstumsmöglichkeiten von Start-ups; vor allem in der späten Phase von Start-ups entscheidet die Wachstumsfinanzierung, ob diese zu Scale-ups werden, also zu schnell wachsenden jungen Unternehmen. Die Verfügbarkeit von Risikokapital wurde bereits oft untersucht (*Friesenbichler – Url, 2013, Gassler – Sellner, 2015, Jud – Marchart, 2013, Marchart, 2013, Peneder, 2013*); es scheint keine einzelne Maßnahme zu geben, die durchschlagenden Erfolg versprechen würde; vielmehr hängt eine Verbesserung von vielen unterschiedlichen Aspekten ab¹¹⁾. Hier könnte ein Benchmarking-Ansatz verfolgt werden, in dem für jeden der als kritisch identifizierten Punkte internationale Best Practice erhoben und diese dann umgesetzt wird (z. B. für die Rechtsform von Risikokapitalfonds, für die Qualität des Kapitalmarktes, Veranlagungsbestimmungen von Investitionsfonds usw.)¹²⁾.

3.3 Policy-Mix: Standortabsicherung, Effizienz und Fokus auf Wertschöpfung

Um den Standort abzusichern und die Effizienz des FTI-Systems zu steigern, kann versucht werden, multinationale Unternehmen ähnlich wie in der Schweiz durch hervorragende Bildung und die Nähe zu Spitzenuniversitäten anzuziehen. Dies ist eine mittelfristige Perspektive, denn die Stärkung der Bedingungen für Universitäten, um mit Schweizer Institutionen vergleichbar zu werden, wird mindestens fünf bis zehn Jahre benötigen. Gelingt es Österreich, durch die Stärkung der Universitäten und der Fachhochschulen die Standortattraktivität abzusichern, dann kann im Gegenzug die Forschungsförderung für Unternehmen zumindest nominell eingefroren werden, bis real ein den anderen führenden Innovationsländern vergleichbares Niveau erreicht worden ist¹³⁾; damit hätte die Stärkung der Hochschulen eine Dreifachdividende.

Forschungsförderung oder Stärkung der Universitäten allein reicht aber nicht für einen zunehmenden Fokus auf die Überleitung des Wissens in Wertschöpfung aus. Ein breites Bündel an Rahmenbedingungen muss die wettbewerbsfähige Produktion ermöglichen, darunter z. B. die Verfügbarkeit von Facharbeitern und Facharbeiterinnen, eine Senkung der Lohnnebenkosten, die Verfügbarkeit von Breitbandinfra-

¹⁰⁾ *Bock-Schappelwein – Huemer (2017)* untersuchen in diesem Heft der WIFO-Monatsberichte die Bedeutung von Basiskompetenzen für die weitere Erwerbsbiographie.

¹¹⁾ Die österreichische Sachgütererzeugung ist auf Branchen spezialisiert, die zwar komplexe Waren erzeugen, deren Entwicklung und Erzeugung aber einen höheren Koordinationsaufwand erfordert, was im EU-Vergleich unterdurchschnittliche Gründungsraten zur Folge hat (*Hölzl – Reinstaller, 2015*). Im Hightech-Bereich entspricht die Gründungsrate dem EU-Durchschnitt (*BMWFV – BMVIT, 2016*), doch weist Österreich in diesen Bereichen eine eher schwache Spezialisierung auf, wodurch die Gesamtzahl solcher Gründungen gering ist.

¹²⁾ Geprüft werden könnte auch ein Programm des MIT, in dem Regionen zwei Jahre lang über Möglichkeiten lernen können, die Bedingungen für Entrepreneurship zu verbessern (<http://reap.mit.edu/about/>).

¹³⁾ Die Schweiz sieht als Extrembeispiel fast gar keine öffentliche Förderung für Unternehmensforschung vor; die anderen Innovation Leaders wenden nach OECD-Daten zwischen 0,07% bis 0,17% des BIP dafür auf, Österreich über 0,27% des BIP.

struktur, der Zugang zu wachstumsstarken Exportmärkten usw. Diese Aspekte wurden in weiteren Teilprojekten des WIFO-Forschungsprogrammes "Österreich 2025" untersucht (Hözl et al., 2016, Friesenbichler, 2016, Böheim – Pichler, 2016, Christen et al., 2016).

Um Start-ups in ihrem Wachstumsprozess zu unterstützen, können neben der Wachstumsfinanzierung weitere Wachstumshilfen überlegt werden, etwa eine verstärkte Beratung für den Aufbau von Vertriebskanälen oder die Zusammenarbeit mit Großunternehmen zur schnelleren Marktdurchdringung (Reinstaller et al., 2014). Die EU verfolgt dazu mit dem "Innovation Radar" ein eigenes Programm, das Unternehmen bei der Kommerzialisierung unterstützt, deren Forschung in EU-Programmen gefördert wurde¹⁴⁾. In Österreich könnte das Potential für den weiteren Ausbau der Zusammenarbeit zwischen FFG, AWS und weiteren Initiativen (z. B. Exportberatung der Außenwirtschaft Austria, Exportgarantien der Kontrollbank) geprüft werden.

In der allgemeinen Förderung der Unternehmensforschung – etwa in den Basisprogrammen der FFG – könnten verstärkt Informationen über die Absichten eines Unternehmens zur kommerziellen Nutzung der Forschungsergebnisse gesammelt werden, um die Überleitung in Wertschöpfung besser analysieren zu können. Konkret könnte bei der Antragstellung abgefragt werden, ob die F&E-Aktivitäten der Verbesserung bestehender Marktpositionen (Upgrading) oder dem Eintritt in für das Unternehmen neue Produktlinien oder Märkte dienen. Eine solche Analyse wäre auch ex post mittels Unternehmensbefragung möglich und könnte in Kenntnis ökonomischer Effekte von Strukturwandel versus Upgrading zu einer Anpassung von Förderkriterien genutzt werden.

Ein weiterer potentiell kräftiger Hebel zur Steigerung der Effizienz des FTI-Systems kann in der Verbesserung des Zugangs zu Mikrodaten und deren Verknüpfung bestehen, um verstärkt Wirkungen von direkten und steuerlichen Forschungsförderprogrammen kausal evaluieren zu können (Falk – Hözl – Oberhofer, 2015). Österreich bleibt hier insbesondere gegenüber den skandinavischen Ländern zurück. Damit könnten auch verstärkt nicht nur Themen wie die Inputadditionalität – z. B. die Wirkung der Forschungsförderung auf die Forschungsfinanzierung des Unternehmens –, sondern auch die Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte identifiziert werden, um die ökonomischen Effekte der Forschungsförderung besser darzulegen, die für einen verstärkten Fokus auf die Umsetzung von Wissen in Wertschöpfung und Beschäftigung genutzt werden könnten.

4. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die Leistung eines Innovationssystems kann gemessen werden anhand der Fähigkeit, sich der "Frontier", d. h. der höchstmöglichen Leistungsgrenze in vier verschiedenen Bereichen (Wissenschaft, Technologie, Innovation und Wirtschaft) zu nähern. Diese Differenzierung ermöglicht einen Fokus auf die Überleitung von der Wissens- und Technologieproduktion in Beschäftigung und Wertschöpfung. Die beiden Dimensionen der Innovations-Frontier – Strukturwandel in Richtung wissensintensiver Branchen und Verbesserung der Marktpositionen in bestehenden Spezialisierungen (Upgrading) – können als strategischer Rahmen für die FTI-Politik genutzt werden. Dieser lässt sich effektiver operationalisieren als eine Orientierung an radikalen Innovationen.

Österreich bleibt derzeit in allen Frontier-Bereichen hinter den führenden Innovationsländern der EU und der Schweiz zurück – im Bereich der Wissenschaft noch stärker als hinsichtlich der Technologie. Im Innovationsbereich schneidet Österreich insbesondere bezüglich des Strukturwandels schlecht ab, in Bezug auf das Upgrading hingegen relativ gut, vermutlich begründet durch günstige Rahmenbedingungen und FTI-Politikmaßnahmen. Durch Maßnahmen und weitere Analysen in den Bereichen Hochschulen, Wachstumsunterstützung von neu gegründeten Unternehmen,

¹⁴⁾ <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/innovation-radar>.

F&E-Fördersystem und datengestützte Evaluierungen kann eine weitere Annäherung an die Leistungsgrenzen in Wissenschaft, Technologie und Innovationen unterstützt werden.

5. Literaturhinweise

- Acemoglu, D., Aghion, P., Zilibotti, F., "Distance to Frontier, Selection, and Economic Growth", *Journal of the European Economic Association*, 2006, 4(1), S. 37-74.
- Aghion, P., Howitt, P., "Joseph Schumpeter Lecture Appropriate Growth Policy: A Unifying Framework", *Journal of the European Economic Association*, 2006, 4(2-3), S. 269-314.
- Aiginger, K., *New Dynamics for Europe: Reaping the Benefits of Socio-ecological Transition – Part I: Synthesis*. WWWforEurope Deliverable No. 11, WIFO, Wien, 2016, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/58791>.
- Appelt, S., Criscuolo, C., Galindo-Rueda, F., Bajgar, M., "R&D Tax Incentives: Evidence on design, incidence and impacts", *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, OECD, Paris, 2016.
- Bailey, D., de Propris, L., Janger, J., *Industrial and Innovation Policy as Drivers of Change*. WWWforEurope Deliverable No. 9, WIFO, Wien, 2015, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/58412>.
- Bock-Schappelwein, J., Huemer, U., "Österreich 2025 – Die Rolle ausreichender Basiskompetenzen in einer digitalisierten Arbeitswelt", *WIFO-Monatsberichte*, 2017, 90(2), S. 131-140, <http://monatsberichte.wifo.ac.at/59295>.
- Bock-Schappelwein, J., Janger, J., Reinstaller, A., *Bildung 2025 – Die Rolle von Bildung in der österreichischen Wirtschaft*, WIFO, Wien, 2012, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/45200>.
- Böheim, M., Pichler, E., "Österreich 2025 – Mangelnder Wettbewerb, überschießende Regulierung und ausufernde Bürokratie als Wachstumsbremsen", *WIFO-Monatsberichte*, 2016, 89(12), S. 873-884, <http://monatsberichte.wifo.ac.at/59203>.
- Bronzini, R., Piselli, P., "The impact of R&D subsidies on firm innovation", *Research Policy*, 2016, 45(2), S. 442-457.
- Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft (BMWFW), Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), *Österreichischer Forschungs- und Technologiebericht 2014*, Wien, 2014, Kapitel 4.3, S. 151-163.
- Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft (BMWFW), Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), *Österreichischer Forschungs- und Technologiebericht 2016*, Wien, 2016, Kapitel 4.1, S. 105-114.
- Bush, V., *Science, the Endless Frontier: A Report to the President*, US Government printing office, Washington D.C., 1945.
- Christen, E., Bilek-Steindl, S., Glocker, Ch., Oberhofer, H., *Austria 2025 – Austria's Competitiveness and Export Potentials in Selected Markets*, WIFO, Wien, 2016, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/59182>.
- Fagerberg, J., "Technology and international differences in growth rates", *Journal of Economic Literature*, 1994, 32(3), S. 1147-1175.
- Falk, M., Hölzl, W., Oberhofer, H., "Die Bedeutung von unternehmensbezogenen Individualdaten für die empirische Wirtschaftsforschung und wirtschaftspolitische Beratung", *WIFO-Monatsberichte*, 2015, 88(11), S. 845-857, <http://monatsberichte.wifo.ac.at/58522>.
- Florida, R. L., *The flight of the creative class*, Harper Business, New York, 2005.
- Freeman, R. B., "Globalization of scientific and engineering talent: international mobility of students, workers, and ideas and the world economy", *Economics of Innovation and New Technology*, 2010, 19(5), S. 393-406.
- Friesenbichler, K. S., "Österreich 2025 – Zur Zukunft der Telekommunikationspolitik in Österreich", *WIFO-Monatsberichte*, 2016, 89(12), S. 885-894, <http://monatsberichte.wifo.ac.at/59205>.
- Friesenbichler, K. S., Url, Th., "Standortfaktoren und Investitionspotential von Risikokapital in Österreich", *WIFO-Monatsberichte*, 2013, 86(8), S. 673-683, <http://monatsberichte.wifo.ac.at/46914>.
- Futurezone, *Samsung baut in Ungarn Fabrik für E-Auto-Akkus*, 30. August 2016.
- Gassler, H., Sellner, R., "Risikokapital in Österreich. Ein Flaschenhals im österreichischen Innovationssystem?", *IHS Policy Brief*, 2015.
- Hölzl, W., Friesenbichler, K. S., Kügler, A., Peneder, M., Reinstaller, A., Schwarz, G., *Österreich 2025 – Industrie 2025: Wettbewerbsfähigkeit, Standortfaktoren, Markt- und Produktstrategien und die Positionierung österreichischer Unternehmen in der internationalen Wertschöpfungskette*, WIFO, Wien, 2016, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/59184>.
- Hölzl, W., Janger, J., "Distance to the frontier and the perception of innovation barriers across European countries", *Research Policy*, 2014, 43(4), S. 707-725.
- Hölzl, W., Reinstaller, A., "Unternehmertum, Wettbewerbsfähigkeit und Wachstum", *Wirtschaftspolitische Blätter*, 2015, 62(3), S. 411-427.
- Hranyai, K., Janger, J., "Hochschulfinanzierung im internationalen Vergleich", *WIFO-Monatsberichte*, 2013, 86(2), S. 173-186, <http://monatsberichte.wifo.ac.at/46409>.
- Hranyai, K., Janger, J., *Forschungsquotenziele 2020. Aktualisierung 2015*, WIFO, Wien, 2016, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/58680>.
- Janger, J. (2013A), "Hochschulsteuerung im Kontext der Autonomie der Universitäten", *WIFO-Monatsberichte*, 2013, 86(2), S. 159-171, <http://monatsberichte.wifo.ac.at/46408>.

- Janger, J. (2013B), "Strukturwandel als Indikator für die Qualifikationsnachfrage der Wirtschaft", WIFO-Monatsberichte, 2013, 86(2), S. 135-147, <http://monatsberichte.wifo.ac.at/46406>.
- Janger, J. (2015A), "Attraktives Forschungsumfeld für Hochschulen", in AQ Austria (Hrsg.), Qualitätssicherung zwischen Diversifizierung der Hochschulen und Vereinheitlichung von Standards, Facultas, Wien, 2015, S. 79-96.
- Janger, J. (2015B), "Business Science Links for a New Growth Path", WWForEurope Working Paper, 2015, (107), <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/58413>.
- Janger, J., Hölzl, W., Hranyai, K., Reinstaller, A., Hochschulen 2025: eine Entwicklungsvision, WIFO, Wien, 2012, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/44698>.
- Janger, J., Kügler, A., Reinstaller, A., Reschenhofer, P., Unterlass, F., Austria 2025 – A New Strategic Innovation Policy Framework. Addressing Structural Change and Upgrading, WIFO, Wien, 2017, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/59290>.
- Janger, J., Kügler, A., Reinstaller, A., Unterlass, F., Austria 2025 – Looking Out For the Frontier(s): Towards a New Framework For Frontier Measurement in Science, Technology and Innovation, WIFO, Wien, 2017, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/59289>.
- Janger, J., Nowotny, K., "Job choice in academia", Research Policy, 2016, 45(8), S. 1672-1683.
- Janger, J., Schubert, T., Andries, P., Rammer, C., Hoskens, M., "The EU 2020 innovation indicator: A step forward in measuring innovation outputs and outcomes?", Research Policy, 2017, 46(1), S. 30-42.
- Janger, J., Strauss, A., Campbell, D., "Academic Careers: A Cross-country Perspective", WWForEurope Working Paper, 2013, (37), <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/46923>.
- Jud, Th., Marchart, J., "Mögliche Konsequenzen der Umsetzung der EU-Richtlinie zum Management alternativer Investmentfonds für die österreichische Risikokapitalbranche", WIFO-Monatsberichte, 2013, 86(8), S. 699-706, <http://monatsberichte.wifo.ac.at/46916>.
- Kügler, A., Janger, J., Innovationseffizienz in den EU-Ländern. Eine Data Envelopment Analysis (DEA), WIFO, Wien, 2015, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/58202>.
- Leitner, K.-H., Dachs, B., Heller-Schuh, B., Scherngell, Th., Zahradnik, G., Ecker, B., Gassler, H., Ploder, M., Polt, W., Unger, M., Janger, J., Peneder, M., Streicher, G., Unterlass, F., Degelsegger, A., Hochgerner, J., Lampert, D., Schuch, K., Stärkefelder im Innovationssystem: Wissenschaftliche Profilbildung und wirtschaftliche Synergien, AIT, IHS, WIFO und ZSI, Wien, 2015, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/57832>.
- Marchart, J., "Der österreichische Risikokapitalmarkt im europäischen Vergleich", WIFO-Monatsberichte, 2013, 86(8), S. 685-697, <http://monatsberichte.wifo.ac.at/46915>.
- Peneder, M., "The Austrian Paradox: 'Old' Structures but High Performance?", Austrian Economic Quarterly, 1999, 4(4), S. 239-247, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/8363>.
- Peneder, M., "Von den 'trockenen Tälern' der Risiko- und Wachstumsfinanzierung", WIFO-Monatsberichte, 2013, 86(8), S. 637-648, <http://monatsberichte.wifo.ac.at/46911>.
- Peneder, M., "Competitiveness and industrial policy: from rationalities of failure towards the ability to evolve", Cambridge Journal of Economics, 2016.
- Reinstaller, A., Technologiegeber Österreich. Österreichs Wettbewerbsfähigkeit in Schlüsseltechnologien und Entwicklungspotentiale als Technologiegeber, WIFO, Wien, 2014, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/47444>.
- Reinstaller, A., Christen, E., Friesenbichler, K. S., Janger, J., Schwarz, G., Unterlass, F., WIFO-Unternehmensbefragung: Strategische Zusammenarbeit zwischen jungen Technologieunternehmen und Großunternehmen, Studie des WIFO im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien, 2014.
- Reinstaller, A., Christen, E., Oberhofer, H., Reschenhofer, P., Eine Analyse der Wettbewerbsfähigkeit Österreichs im bilateralen Handel mit den USA (TTIP), WIFO, Wien, 2016, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/58723>.
- Reinstaller, A., Hölzl, W., Kutsam, J., Schmid, Ch., The Development of Productive Structures of EU Member Countries and Their International Competitiveness, WIFO, Wien, 2012, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/46823>.
- Reinstaller, A., Reschenhofer, P., A citation based patent analysis of technological leadership and emergent technological domains in important technological fields, WIFO, Wien, 2017 (mimeo).
- Reinstaller, A., Reschenhofer, P., Unterlass, F., The impact of knowledge creation and transfer on export diversification, WIFO, Wien, 2017 (mimeo).
- Reinstaller, A., Stadler, I., Unterlass, F., "Die Arbeitskräftemobilität in der Hochschulforschung in der EU und in Österreich", WIFO-Monatsberichte, 2012, 85(2), S. 105-119, <http://monatsberichte.wifo.ac.at/43574>.
- Soete, L., OECD Blue Sky Conference Key note Lecture, Ghent, 19. September 2016.
- Stephan, P., Franzoni, Ch., Scellato, G., "Global competition for scientific talent: evidence from location decisions of PhDs and postdocs in 16 countries", Industrial and Corporate Change, 2015, 25(3), S. 457-485.
- The Economist, Why giants thrive. The power of technology, globalisation and regulation, 17. September 2016.
- van Pottelsberghe, B., "Europe's R&D: Missing the wrong targets?", Bruegel Policy Brief, 2008, (2008/03).