

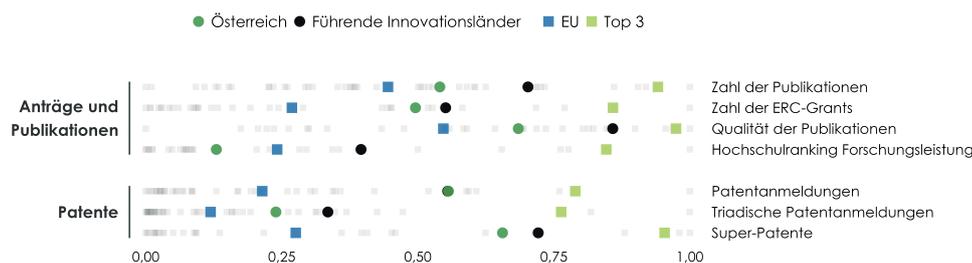
Wissensproduktion und Wissensverwertung in Österreich im internationalen Vergleich

Jürgen Janger, Tim Slickers

- Wissensproduktion und -verwertung sind zentrale Bausteine einer nachhaltigen Wirtschaftsentwicklung. Die Analyse der Leistungsfähigkeit ist eine wichtige Basis für wirtschaftspolitische Maßnahmen.
- Eine Leistungssteigerung sollte sich nicht nur an den EU-Ländern, sondern an den weltweiten Spitzenreitern orientieren. Es ist herausfordernd, Wissensproduktion und -verwertung künftig nicht nur themenoffen, sondern in eine bestimmte Richtung zu steigern, etwa zur Bekämpfung des Klimawandels oder zur Diversifizierung einseitiger technologischer Abhängigkeiten.
- Die Bildungs-, Forschungs- und Entwicklungsausgaben sind in Österreich hoch und liegen teils im Bereich der drei weltweit führenden Länder. Beim Kompetenzerwerb im Bildungssystem und der Verfügbarkeit von Hochschulabsolvent:innen liegt Österreich hingegen zurück, mit Ausnahme der MINT-Fächer.
- Österreich liegt in einem Vergleich von Indikatoren für die Wissensproduktion zwar über dem EU-Durchschnitt, jedoch unter dem Durchschnitt der führenden Innovationsländer der EU und deutlich hinter den weltweiten Top 3, besonders bei der Forschungsleistung an Hochschulen und der Start-up-Dynamik. Trotz der hohen Ausgaben zeigen sich in manchen Bereichen sogar Leistungsrückgänge.
- Die anhaltenden Leistungsprobleme sowie neue Herausforderungen für die FTI-Politik, wie Klimawandel und technologische Souveränität, rufen nach einer mikrodatengestützten Evaluierung des FTI-Systems.

Indikatoren für die Wissensproduktion im internationalen Vergleich

Normierte Werte, jeweils letztverfügbares Jahr



"Obwohl die F&E-Ausgaben seit 10 Jahren über dem durchschnittlichen Niveau der führenden Innovationsländer liegen, ist es bisher nicht gelungen, in aggregierten Leistungsindikatoren zu ihnen aufzuschließen."

Der Indikator "Anträge und Publikationen" misst die Leistungsfähigkeit von Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen, der Indikator "Patente" die Leistung von Unternehmen. In beiden Bereichen der Wissensproduktion weist Österreich ein deutliches Aufholpotenzial zu den führenden Innovationsländern der EU auf (Q: Scimago; European Research Council; European Innovation Scoreboard; CWTS-Leiden-Ranking 2023; PATSTAT, Frühling 2023; Weltbank; WIFO-Berechnungen).

Wissensproduktion und Wissensverwertung in Österreich im internationalen Vergleich

Jürgen Janger, Tim Slickers

Wissensproduktion und Wissensverwertung in Österreich im internationalen Vergleich

Österreich hat die monetären Ressourcen für die Wissensproduktion und -verwertung in den letzten Jahrzehnten auf ein Niveau über jenem der führenden Innovationsländer der EU gesteigert. Eine Ausnahme bilden die Ausgaben für Universitäten. Leistungsindikatoren, etwa für Publikationen, Patente und innovationsintensive Start-ups, zeigen dagegen deutliche Aufholpotenziale, insbesondere im Vergleich mit weltweit führenden Ländern. Die anhaltenden Leistungsprobleme sowie neue Herausforderungen für die FTI-Politik, wie Klimawandel und technologische Souveränität, rufen nach einer mikrodatengestützten Evaluierung des FTI-Systems.

JEL-Codes: O31, O33 • **Keywords:** Innovationsleistung, FTI-Politik, Innovationsranking

Der vorliegende Beitrag ist eine Aktualisierung von Jürgen Janger, Tim Slickers (2022). Wissensproduktion und Wissensverwertung in Österreich im internationalen Vergleich. *WIFO-Monatsberichte*, 95(10), 677-691. <https://monatsberichte.wifo.ac.at/69917>.

Begutachtung: Agnes Kügler • **Wissenschaftliche Assistenz:** Fabian Gabelberger (fabian.gabelberger@wifo.ac.at) • Abgeschlossen am 4. 10. 2023

Kontakt: Jürgen Janger (juergen.janger@wifo.ac.at), Tim Slickers (tim.slickers@wifo.ac.at)

Knowledge Production and Utilisation in Austria in an International Comparison

Austria has increased monetary resources for knowledge production and utilisation in recent decades to a level above that of the leading innovation countries in the EU, with the exception of universities. However, performance indicators, such as for publications, patents and innovation-intensive start-ups, show clear catch-up potential, especially in comparison with leading countries worldwide. The continuing performance problems as well as new challenges for RTI policy such as climate change and technological sovereignty recommend a micro-data-based evaluation of the RTI system.

1. Wissensproduktion und -verwertung als zentrale Zukunftsherausforderung

Wissensproduktion und -verwertung sind zentrale Bausteine einer ökologisch nachhaltigen wirtschaftlichen Entwicklung. Die Analyse der Leistungsfähigkeit in diesem Bereich ist eine wichtige Basis für wirtschaftspolitische Maßnahmen.

Der vorliegende Beitrag bestimmt die Leistungsfähigkeit Österreichs in den Bereichen Forschung, Technologie und Innovation (FTI). Nach Janger, Kügler et al. (2017) werden neben FTI-Bestimmungs- oder Inputfaktoren Leistungen Österreichs in der Wissensproduktion ("Output") und -verwertung ("Outcomes bzw. Impact") untersucht (Abbildung 1). Der Analyserahmen lehnt sich damit an die Darstellung von Input-Output-Wirkungsketten an, wie sie in ökonomischen Produktionsfunktionen (Crepon et al., 1998) oder Programmevaluierungen (Interventionslogik; McLaughlin und Jordan, 1999) eingesetzt werden¹).

Unter Wissensproduktion wird der Aufbau neuen Wissens verstanden, gemessen durch Publikationen in wissenschaftlichen Fachzeit-

schriften oder geistige Eigentumsrechte auf Erfindungen (Patente). Die höchste Leistungsfähigkeit in der Produktion von Publikationen wird als "Wissenschaftsfrontier", im Bereich der Patente als "Technologiefrontier" bezeichnet. Für Publikationen ist die Forschungsleistung von Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen wichtiger, für Patente jene von Unternehmen²). Für beide Leistungsdimensionen werden jeweils Quantitäts- und Qualitätsindikatoren ausgewiesen. Ein wichtiger Teil der Wissensproduktion, der Aufbau von implizitem oder stillem Wissen etwa in Form von Kompetenzerwerb, lässt sich naturgemäß nicht direkt messen. Dies schränkt die Beurteilung der Leistungsfähigkeit ein, da stilles Wissen von Unternehmen vermehrt genutzt wird, um Wettbewerbsvorteile zu erlangen, die mutmaßlich

¹) Das Messkonzept ist nicht zu verwechseln mit einem linearen Innovationsmodell, in dem alle Innovationen ihren Ursprung in der Grundlagenforschung haben, sondern erfasst lediglich die für Innovationen relevanten Ressourcen, Aktivitäten und Ergebnisse mit dem Ziel, sie für eine Messung transparent zu machen.

²) Unternehmen publizieren zwar auch (Camerani et al., 2018), so wie Hochschulen auch Patente anmelden (Reinstaller, 2020b), der Anteil an der Gesamtproduktion ist aber jeweils gering. Häufiger sind hingegen Patente und Publikationen, die sich aus Kooperationen zwischen Unternehmen und Hochschulen ergeben.

die steigende Produktivitätsdivergenz zwischen den weltweit erfolgreichsten und den anderen Unternehmen mitverursachen (Andrews et al., 2016; Ederer et al., 2020³).

Eine Wirkung auf wirtschaftliche Wertschöpfung oder Produktivität setzt die effektive Verwertung neuen Wissens voraus. Unternehmen investieren in Forschung und Entwicklung sowie in weitere Innovationsaktivitäten, um sich damit einen Wettbewerbsvorteil zu verschaffen, etwa durch neue Produkte oder niedrigere Kosten aufgrund neuer Produktionsprozesse. In hochentwickelten Volkswirtschaften, an der "Produktivitätsfrontier", ist Innovation eine dominante Wettbewerbsstrategie von Unternehmen (Aghion & Howitt, 2006; Hölzl & Janger, 2014; Kügler et al., 2023), da Wettbewerbsvorteile kaum mehr über Imitation oder Kostensenkungen zu erzielen sind.

Die "Innovationsfrontier" bezeichnet die höchste Leistungsfähigkeit, Wissen und Technologie in ökonomische Erfolge umzuwandeln, und wird durch zwei Arten von Indikatoren gemessen: Einerseits durch Kennzahlen zum Strukturwandel, welche etwa die Entwicklung des Anteils der Wertschöpfung wissens-, technologie- oder innovationsintensiver Branchen an der gesamten volkswirtschaftlichen Leistung abbilden, und andererseits durch Upgrading-Indikatoren. Diese spiegeln die steigende Bedeutung von Wissen, Technologie oder Innovationen in allen Branchen, auch in wenig wissensintensiven Bereichen wider und zeigen die Entwicklung auf der Qualitätsleiter innerhalb einer Branche oder das erfolgreiche Vordringen in wissensintensivere Bereiche an.

Abbildung 1: **Konzept zur Leistungsmessung in der Wissensproduktion und -verwertung**



Q: Angepasst aus Janger, Kügler et al. (2017).

Wissensproduktion und -verwertung stehen längst nicht mehr nur im Dienst der Wohlstandsmaximierung, sondern sind ebenso unverzichtbar, um gesellschaftliche Herausforderungen wie etwa den Klimawandel oder die Digitalisierung zu bewältigen. Angesichts der Brisanz der Entwicklungen reicht es Foray und Phelps (2011) zufolge nicht mehr aus, die Geschwindigkeit des technologischen Fortschritts themenoffen, d. h. gleichgültig in welche Richtung zu fördern. Die FTI-Politik stehe vielmehr vor der Aufgabe, das Tempo des Fortschritts in eine bestimmte Richtung, themenspezifisch, zu steigern. Hinsichtlich der Leistungsfähigkeit in

diesen spezifischen Feldern wird aus Platzgründen auf die Literatur verwiesen (Bock-Schappelwein et al., 2021; Feichtinger et al., 2021; Hölzl et al., 2019; Janger & Strauss-Kollin, 2020). Der vorliegende Beitrag konzentriert sich stattdessen auf die über alle Themen oder Branchen aggregierte Leistung⁴).

Wenn Österreich die nachhaltige Entwicklung von Wirtschaft und Gesellschaft anstrebt, dann erfordert dies eine entsprechend hohe Leistung in der Wissensproduktion und -verwertung, sowohl hinsichtlich wirtschaftlicher Leistungsmerkmale wie

³ Eine Approximation ist nur etwa anhand von F&E-Ausgaben möglich, die im vorliegenden Beitrag dargestellt werden.

⁴ Der vom WIFO mitkonzipierte und mit Daten gefüllte FTI-Monitor des Rats für Forschung und Tech-

nologieentwicklung (<https://ffi-monitor.rfte.at/O/system>) misst die Leistungsfähigkeit Österreichs hinsichtlich Digitalisierung, grüner Transformation, Kreislaufwirtschaft, Souveränität und Geschlechtergerechtigkeit.

Einkommen pro Kopf und Beschäftigung als auch hinsichtlich der Kompatibilität der Wirtschaftsentwicklung mit Nachhaltigkeitszielen. Eine aktuelle Standortbestimmung der Leistung Österreichs im internationalen

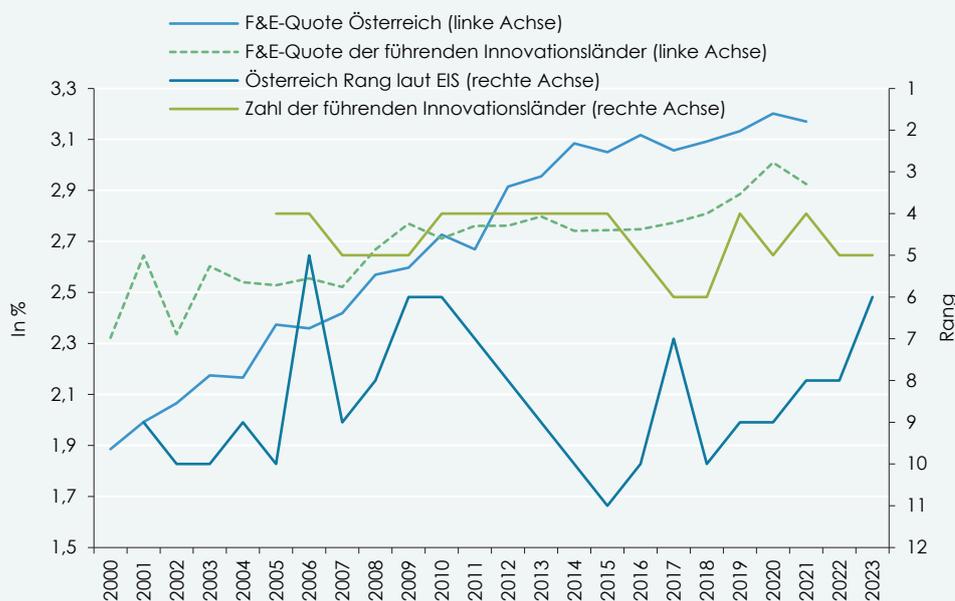
Vergleich bietet eine wichtige Analysebasis für die Konzeption FTI-politischer Maßnahmen, die solche Leistungssteigerungen anstreben⁵⁾.

2. Bestimmungsfaktoren im internationalen Vergleich

Die FTI-Strategie 2030 der Österreichischen Bundesregierung (2020) setzt sich u. a. zum Ziel, bei der F&E-Quote weltweit und im European Innovation Scoreboard (EIS) in die Gruppe der jeweils führenden fünf Länder vorzustoßen. Schon die FTI-Strategie 2020 enthielt ähnliche Zielsetzungen. Abbildung 2 zeigt die Entwicklung der F&E-Quote in Österreich und im Durchschnitt der führenden Innovationsländer der EU (2023: Belgien, Dänemark, Finnland, Niederlande und Schweden). Weiters zeigt sie die Rangentwicklung Österreichs im EIS sowie den jeweils letzten Rang der Gruppe der führenden Innovationsländer (d. h. den Rang, der für eine Zu-

gehörigkeit zur Gruppe ausgereicht hätte). Österreichs F&E-Quote übertrifft seit 2012 durchgängig jene der führenden Innovationsländer. Im EIS 2023 verbesserte sich Österreich auf Rang 6, auf dem es bereits 2009/10 gelegen war, und lag somit unmittelbar hinter den führenden EU-Ländern. Die Ausweitung der F&E-Ausgaben, die zu den Indikatoren des EIS zählen⁶⁾, reichte allerdings bisher nicht aus, um in die Gruppe der Innovation Leaders vorzudringen. Für eine nachhaltige Verbesserung der Wissensproduktion und -verwertung sind vielmehr auch Fortschritte in anderen Bereichen erforderlich.

Abbildung 2: Entwicklung der F&E-Quote und Österreichs Rang im European Innovation Scoreboard



Q: European Innovation Scoreboard, Eurostat, Statistik Austria.

Eine Steigerung der F&E-Ausgaben allein reicht nicht für eine nachhaltige Verbesserung der Wissensproduktion und -verwertung aus.

Abbildung 3 zeigt eine breitere Auswahl an direkten Bestimmungsfaktoren, neben monetären auch Humanressourcen sowie einen Indikator zu Innovationskooperationen. Jeder Indikator veranschaulicht die Werte aller verfügbaren Länder, die zwischen 0 und 1 normalisiert wurden⁷⁾. Die Länderabdeckung schwankt je nach Indikator, es wurde

aber grundsätzlich versucht, alle EU- und OECD-Länder zu erfassen, sowie weitere aufstrebende Volkswirtschaften wie z. B. China. Als Aggregate finden sich die EU, die führenden Innovationsländer laut EIS 2023 sowie die jeweiligen weltweiten Top 3 pro Indikator. Aktuelle Absolutwerte für Österreich und die wichtigsten Vergleichsgruppen wurden

⁵⁾ Weitere Analysen der Leistungsfähigkeit Österreichs finden sich bei BMBWF et al. (2022), OECD (2018), Rat für Forschung und Technologieentwicklung (2023).

⁶⁾ Die Methodik des EIS wurde über die Jahre stark verändert, sodass die Abbildung nicht als Entwicklung der Innovationsleistungsfähigkeit Österreichs über die Zeit zu interpretieren ist. Sie zeigt jedoch, dass Öster-

reich gemessen an seiner Leistungsfähigkeit in der Wissensproduktion und -verwertung nach vielen unterschiedlichen Methoden und Indikatorensets noch nie zu den führenden Ländern zählte.

⁷⁾ Die Normalisierung wird in Janger und Strauss-Kollin (2020) beschrieben.

gemeinsam mit der Zahl der verfügbaren Länder und der Zeitreihe in Übersicht 1 zusammengefasst; Übersicht 2 erläutert die Indikatoren näher. Für Österreich wurde auch ein Trend über die Zeit berechnet, der aufgrund der Normalisierung der Werte die Entwicklung Österreichs relativ zur Leistung der anderen Länder darstellt und damit dem Konzept einer Frontier folgt. Der Datenpunkt für Österreich in Abbildung 3 ist entsprechend dem Trend rot oder grün gefärbt. Gemessen an den Ausgaben für F&E und Innovation liegt Österreich mit Ausnahme der Risikokapitalintensität durchgängig über dem Durchschnitt der EU und der führenden Innovationsländer. Die F&E-Quote entwickelte sich in den letzten Jahren vor allem in Belgien dynamischer als in Österreich. Österreich wurde daher von Belgien überholt und liegt bezüglich der F&E-Quote – abhängig von der Entwicklung der Schweiz⁸⁾ – derzeit an 7. oder 8. Stelle weltweit. Sowohl in der öffentlichen F&E-Finanzierung insgesamt als auch in der öffentlichen Finanzierung von F&E in Unternehmen zählt Österreich sogar zu den Top 3 weltweit. Deutlich unterdurchschnittlich, selbst gegenüber den EU 27, ist dagegen Österreichs Risikokapitalintensität, die sich sogar verschlechtert⁹⁾.

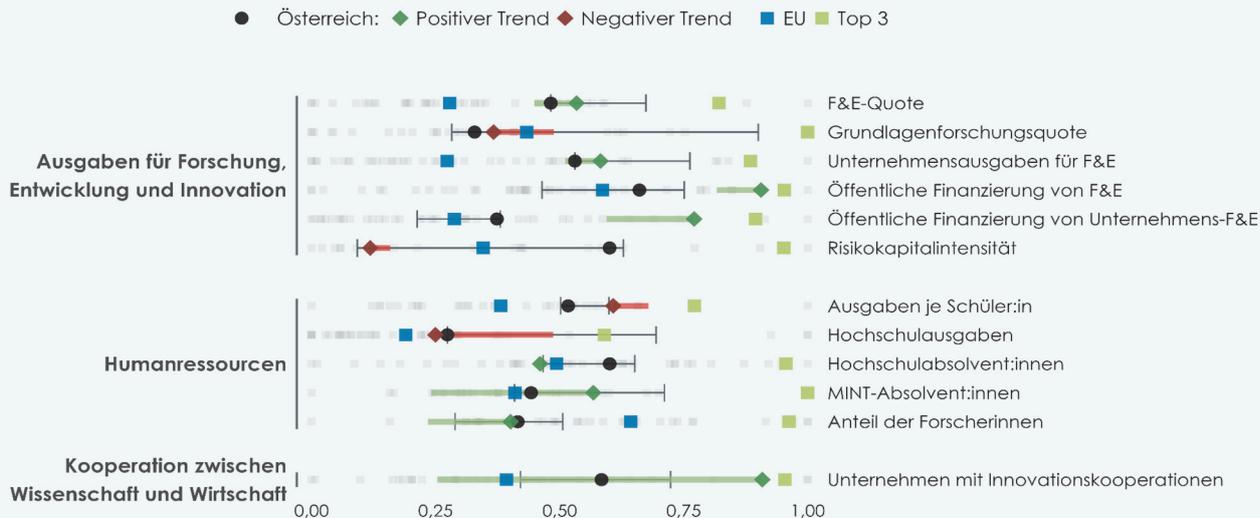
Die Humanressourcen bieten ein wesentlich differenzierteres Bild. Die Indikatoren zu den Kompetenzen von Schüler:innen der Sekundarstufen werden heuer aufgrund der Verschiebung der PISA-Tests nicht ausgewiesen. Grundsätzlich weist Österreich hierin aber Defizite gegenüber den führenden Ländern auf¹⁰⁾. Für Industrieunternehmen steht die Verbesserung des Bildungssystems an vierter Stelle unter den Faktoren, die zur Standorticherung Österreichs notwendig wären (Reinstaller et al., 2022). Gemessen an den Ausgaben je Schüler:in im Sekundarbereich liegt Österreich deutlich vor den führenden Innovationsländern, mit leicht rückläufigem Trend.

Im tertiären Bereich des Bildungssystems sind die Hochschulausgaben je Studierende:in in Österreich geringer als in den führenden Ländern, mit rückläufigem Trend. Die Daten des Europäischen Hochschulregisters ETER bestätigen dies, selbst wenn um prüfungsinaktive Student:innen bereinigt wird. Im Vergleich mit führenden europäischen Voll- und technischen Universitäten sind die Ausgaben hierzulande weit geringer (Hofmann & Janger, 2023).

Die Ausgaben für F&E und Sekundarbildung sind in Österreich hoch, jene für Hochschulen bzw. Universitäten dagegen unterdurchschnittlich. Bei der Risikokapitalintensität, dem Kompetenzerwerb im Bildungssystem und dem Anteil der Hochschulabsolvent:innen, ausgenommen in MINT-Fächern, schneidet Österreich weiterhin schwach ab.

Abbildung 3: **Bestimmungsfaktoren für die Leistungsfähigkeit in der Wissensproduktion und Wissensverwertung**

Normierte Werte, jeweils letztverfügbares Jahr



Q: Quellen, Indikatorendetailwerte und -erläuterung in den Übersichten 1 und 2.

⁸⁾ Die Schweiz veröffentlicht F&E-Daten nur alle zwei bis drei Jahre.

⁹⁾ Für Ursachenanalysen und Reformvorschläge siehe Gassler und Sellner (2015), Keuschnigg und Sardadvar (2019) sowie Peneder (2013).

¹⁰⁾ Siehe Janger und Slickers (2022) für die Kompetenzindikatoren auf Basis von PISA.

Übersicht 1: Leistungsfähigkeit von Forschung und Innovation in Österreich im internationalen Vergleich – Bestimmungsfaktoren

	Zeitraum	Ausgangswert	Aktuellster Wert	Vergleichsländergruppen = 100 ¹⁾			Veränderung über den Zeitraum		Top 3	Verfügbare Länder
				EU	Führende Innovationsländer	Top 3	In % p. a.	Differenz zu den führenden Innovationsländern in Prozentpunkten		
Ausgaben für Forschung, Entwicklung und Innovation²⁾										
F&E-Quote	2000/2021	1,9	3,2	168,9	109,0	68,6	1,30	1,04	IL, KR, US	38
Grundlagenforschungsquote	2002/2019	0,4	0,5	142,2	109,6	75,1	0,19	0,13	CH, KR, NL	33
Unternehmensausgaben für F&E	2002/2021	0,4	1,3	199,7	109,1	67,2	6,12	2,03	IL, US, KR	38
Öffentliche Finanzierung von F&E	2000/2021	0,7	1,0	134,6	138,5	96,3	0,33	0,28	KR, AT, NO	38
Öffentliche Finanzierung von F&E	2000/2020	0,2	0,4	262,6	203,8	86,3	0,18	0,12	UK, FR, AT	39
Risikokapitalintensität ³⁾	2007/2022	0,3	0,1	34,1	19,7	12,4	- 0,19	- 0,30	NL, SE, UK	22
Humanressourcen										
Ausgaben je Schüler:in ⁴⁾	2012/2020	21.474,0	22.499,3	141,9	113,4	82,4	0,58	- 0,63	LU, NO, CH	31
Hochschulausgaben pro Kopf (Studierende) ⁵⁾	2000/2020	10.850,5	22.250,7	115,8	94,8	56,3	3,66	- 0,138	LU, UK, CA	39
Hochschulabsolvent:innen ⁵⁾	2004/2022	30,5	43,1	96,3	86,2	63,9	12,61	- 1,61	KR, CA, JP	40
MINT-Absolvent:innen ⁴⁾	2000/2021	7,2	25,0	128,8	121,6	62,0	17,80	8,22	IE, FR, UK	32
Anteil der Forscherinnen ²⁾	2002/2019	20,7	30,4	83,3	93,3	62,3	9,68	5,47	LV, LT, RO	32
Kooperation zwischen Wissenschaft und Wirtschaft⁶⁾										
Unternehmen mit Innovationskooperationen	2004/2020	10,0	17,9	178,8	138,3	96,2	7,89	13,20	UK, FI, AT	32

Q: WIFO-Darstellung. – 1) Werte über 100 . . . höhere Leistung Österreichs, Werte unter 100 . . . niedrigere Leistung Österreichs. Dunkelgrün: ab 110, Mittelgrün: 100 bis unter 110, Hellgrün: 90 bis unter 100, Hellblau: 75 bis unter 90, Dunkelblau: unter 75. – 2) Q: OECD MSTI. – 3) Q: Invest Europe. – 4) Q: Eurostat. – 5) Q: OECD. – 6) Q: Eurostat CIS.

Der Anteil der Hochschulabsolvent:innen (in einer breiten Definition, die auch die letzten zwei Stufen der Berufsbildenden Höheren Schulen einschließt) an der Bevölkerung ist in Österreich niedriger als im EU-Durchschnitt. Dieser Befund gilt wie im Fall der Risikokapitalintensität bereits seit langem. Wesentlich besser schneidet Österreich hinsichtlich des breit definierten Anteils der MINT-Absolvent:innen ab, vor allem aufgrund der Schulform der Höheren Technischen Lehranstalten; die Entwicklung war hier zudem sehr dynamisch. Der Anteil der Forscherinnen am gesamten Forschungspersonal ist sowohl in Österreich, das hierin jedoch aufholt, als auch in den führenden Innovationsländern niedrig. Einen Spitzenwert unter den Top 3 erzielt Österreich in Bezug auf den Anteil der Unternehmen, die mit Hochschulen kooperieren. Wurde hier Ende der 1990er-Jahre

eine Schwäche Österreichs diagnostiziert (Lundvall, 2010; Stampfer, 2000), so verkehrte sich diese mittlerweile in eine Stärke, wohl nicht zuletzt durch beständige und intensive Förderung, etwa über Programme wie z. B. K-plus oder den Nachfolger COMET.

Die Bestimmungsfaktoren für Wissensproduktion und -verwertung sind noch wesentlich zahlreicher als die hier gezeigten und werden wohl am umfassendsten in der Theorie der Nationalen Innovationssysteme erfasst (Lundvall, 2010). So fehlen in diesem Beitrag aus Platzgründen wichtige Rahmenbedingungen wie die Produktmarkt- und Kapitalmarktregulierung¹¹⁾ oder die Entwicklung der immateriellen Investitionen (neben F&E auch Investitionen in Software, Lizenzen usw.). Hier liegt Österreich gegenüber den führenden Ländern zurück (Friesenbichler et al., 2021).

¹¹⁾ Eine Übersicht bieten Janger und Strauss-Kollin (2020).

Übersicht 2: Indikatoren zur Leistungsfähigkeit von Forschung und Innovation im internationalen Vergleich – Bestimmungsfaktoren

	Beitrag zur Wissensproduktion	Quelle	Definition
Ausgaben für Forschung, Entwicklung und Innovation			
F&E-Quote	Input	OECD MSTI	F&E-Ausgaben (GERD) in % des BIP
Grundlagenforschungsquote	Input	OECD MSTI	Grundlagenforschungsausgaben in % des BIP, laut Definition des OECD Frascati-Manual
Unternehmensausgaben für F&E	Input	OECD MSTI	F&E-Ausgaben im Sektor Unternehmen in % des BIP
Öffentliche Finanzierung von F&E	Input	OECD MSTI	Öffentliche Finanzierung von FTI im internationalen Vergleich (Anteil GERD finanziert von öffentlichen Stellen) in % des BIP
Öffentliche Finanzierung von F&E in Unternehmen	Input	OECD R&D Tax Incentives database	Direkte öffentliche Finanzierung und steuerliche Unterstützung von F&E in Unternehmen, in % des BIP
Risikokapitalintensität	Input	Invest Europe	Risikokapital in % des BIP, laut Marktstatistik
Humanressourcen			
Ausgaben je Schüler:in	Input	Eurostat	Öffentliche Ausgaben für Bildung pro Kopf (Schüler:innen, Studierende) basierend auf Vollzeitäquivalenten, in 1.000 Kaufkraftstandards
Hochschulausgaben	Input	OECD Education at a Glance	Öffentliche und private Ausgaben für Hochschulen (ISCED 6 bis 8) pro Kopf (Studierende), in 1.000 Kaufkraftstandards
Hochschulabsolvent:innen	Output	OECD	Anteil der 25- bis 34-jährigen Hochschulabsolvent:innen (ISCED 5 bis 8) an der gleichaltrigen Bevölkerung in %
MINT-Absolvent:innen	Output	Eurostat	20- bis 29-Jährige mit Tertiärabschluss in naturwissenschaftlichen und technologischen Fachrichtungen (ISCED 5 bis 8) in % der gleichaltrigen Bevölkerung
Anteil der Forscherinnen	Input	OECD MSTI	Anteil der Frauen am wissenschaftlichen Forschungspersonal in allen Wirtschaftsbereichen in %
Kooperation zwischen Wissenschaft und Wirtschaft			
Unternehmen mit Innovationskooperationen	Input	Eurostat CIS	Anteil der Unternehmen, die mit Hochschulen oder außeruniversitären Forschungseinrichtungen in Innovationsprojekten kooperieren, an allen Unternehmen in %

Q: WIFO-Darstellung.

3. Wissensproduktion im Vergleich

Im Wissenschaftsbereich liegt die Leistung Österreichs, gemessen an den bewilligten ERC-Anträgen sowie der Zahl und Qualität von Journalpublikationen, über dem Durchschnitt der EU, aber unter den führenden Innovationsländern, mit großem Abstand zu den weltweiten Top 3 (Abbildung 4). Eine Ausnahme bildet der Indikator Hochschulranking, bei dem Österreich selbst hinter den EU 27 zurückliegt. Der Indikator aggregiert die Ränge der österreichischen Universitäten im rein bibliometrischen Leiden-Ranking¹²⁾ auf einen Wert. Platzierungen in den vorderen Ranggruppen werden dabei höher gewichtet, d. h., je mehr Universitäten sich vorne befinden, desto besser das Ergebnis. Die Rangvergabe im Leiden-Ranking erfolgt nach dem Anteil häufig zitierter Publikationen an allen Veröffentlichungen einer Universität.

Das schwache Abschneiden im Hochschulranking spiegelt teils die zersplitterte Struktur der akademischen Forschung in Österreich wider: keine der für ein kleines Land wie Österreich zahlreichen Universitäten¹³⁾ erreicht einen hohen Anteil häufig zitierter Publikationen, während außeruniversitäre Forschungs-

einrichtungen mit hoher Forschungsleistung wie das IST Austria oder Institute der Österreichischen Akademie der Wissenschaften wie z. B. das IMBA (noch) zu klein sind, um im Leiden-Ranking aufzuscheinen. Sichtbar sind diese Einrichtungen im Bereich der ERC-Grants, wo Österreichs Leistung über dem EU-Durchschnitt liegt. Laut Indikatoren, für die die Gesamtleistung des Systems ausschlaggebend ist, wie z. B. die Qualität der Publikationen insgesamt, gibt es in Österreich zwar hervorragende Forschungsgruppen, diese weisen aber einen zu geringen Anteil am wissenschaftlichen Personal auf, um in den auf Länderebene aggregierten Indikatoren sichtbar zu sein. Während sich die Zahl der Publikationen tendenziell verbessert, nimmt ihre Qualität relativ zu den Vergleichsländern ab. Bei den ERC-Grants verliert Österreich nur gegenüber den führenden Ländern an Boden.

Die Technologiefreigrenze wird anhand der Zahl und Qualität der Patentanmeldungen bestimmt. Für Qualität stehen vor allem triadische Patente, die bei allen drei großen Patentämtern in den USA, Japan und der EU

¹²⁾ <https://www.leidenranking.com/>.

¹³⁾ In Österreich gibt es 23 öffentliche und 17 private Universitäten (<https://www.bmbwf.gv.at/Themen/HS-Uni/Hochschulsystem.html>). Im Vergleich weisen die

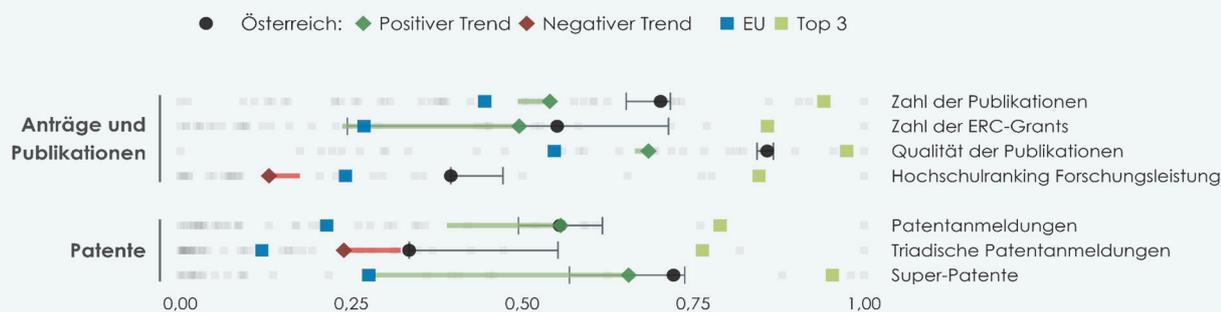
Niederlande 13 Universitäten bei doppelt so großer Bevölkerung auf, die Schweiz 11 Universitäten und Dänemark 7 Universitäten (laut ETER-Daten).

angemeldet werden¹⁴), sowie "Super-Patente", die technologisch besonders bedeutsam sind. Gemessen an der Zahl der Patentanmeldungen nur beim Europäischen Patentamt (EPA) weist Österreich einen positiven Trend auf, der 2019 erstmals leicht den Durchschnitt der führenden Innovationsländer übertraf. Bei den "Super-Patenten" (Reinstaller & Reschenhofer, 2017)¹⁵) und vor

allem bei den triadischen Patenten bleibt Österreich dagegen hinter dem Leistungsniveau der führenden Länder zurück. Fehlen für eine hohe Leistungsfähigkeit im Bereich Publikationen große forschungsstarke Universitäten, so fehlen in diesem Fall große heimische innovationsintensive Unternehmen, etwa in der Pharma- oder Computerindustrie.

Abbildung 4: Leistungsfähigkeit in der Wissensproduktion

Normierte Werte, jeweils letztverfügbares Jahr



Q: Quellen, Indikatordetailwerte und -erläuterung in den Übersichten 3 und 4.

Übersicht 3: Leistungsfähigkeit von Forschung und Innovation in Österreich im internationalen Vergleich – Wissensproduktion

	Zeitbereich	Ausgangswert	Aktuellster Wert	Vergleichsländergruppen = 100 ¹⁾			Veränderung über den Zeitbereich		Top 3	Verfügbare Länder
				EU	Führende Innovationsländer	Top 3	In % p. a.	Differenz zu den führenden Innovationsländern in Prozentpunkten		
Anträge und Publikationen										
Zahl der Publikationen ²⁾	2005/2022	1,6	3,2	120,0	77,9	58,8	4,20	0,32	CH, DK, IS	43
Zahl der ERC-Grants ³⁾	2009/2022	1,7	3,8	182,6	90,0	58,0	6,40	- 0,92	IL, DK, IS	33
Qualität der Publikationen ⁴⁾	2015/2022	111,86	100,77	120,2	82,5	73,9	-11,09	4,33	NL, UK, CH	32
Hochschulranking Forschungsleistung ⁵⁾	2009/2021	47.706,6	44.202,5	53,7	32,8	15,3	- 0,63	0,41	CH, NL, AU	29
Patente⁶⁾										
Patentanmeldungen	2000/2019	0,1	0,3	259,0	100,2	70,5	3,01	1,96	CH, SE, DE	41
Triadische Patentanmeldungen	2000/2019	0,038	0,038	199,9	71,5	31,4	0,00	0,66	CH, JP, SE	41
Super-Patente	2000/2018	1,1	1,6	228,1	91,2	69,4	2,17	3,09	DE, SE, FI	27

Q: WIFO-Darstellung. – ¹⁾ Werte über 100 . . . höhere Leistung Österreichs, Werte unter 100 . . . niedrigere Leistung Österreichs. Dunkelgrün: ab 110, Mittelgrün: 100 bis unter 110, Hellgrün: 90 bis unter 100, Hellblau: 75 bis unter 90, Dunkelblau: unter 75. – ²⁾ Q: Scimago. – ³⁾ Q: European Research Council. – ⁴⁾ Q: European Innovation Scoreboard. – ⁵⁾ Q: CWTS-Leiden-Ranking 2022, WIFO-Berechnungen. – ⁶⁾ Q: PATSTAT, Frühling 2022; Weltbank; WIFO-Berechnungen.

Zu den Top 3 gehört sowohl in Bezug auf Publikationen als auch auf Patente oft die Schweiz, die sowohl forschungsstarke Universitäten als auch eine hohe Spezialisierung auf wissensintensive Branchen wie z. B. die

Pharmaindustrie aufweist. Die Niederlande zählen häufig zu den Top 3 bezüglich Publikationen, während im Bereich der Patente Länder mit bedeutender Industrie wie z. B. Schweden, Deutschland und Japan voran-

¹⁴⁾ Die Anmeldung an drei großen Patentämtern weist auf eine besonders große potenzielle kommerzielle Bedeutung triadischer Patente hin, die die hohen Kosten solcher Anmeldungen rechtfertigt (Unterlass et al., 2013).

¹⁵⁾ Die Autoren bedanken sich bei Peter Reschenhofer (WIFO) für die Zurverfügungstellung der Berechnungsroutine.

liegen. Die USA zählen relativ zur Landesgröße nicht zu den Top 3, würden jedoch in einer nicht größenkalierten Betrachtungsweise in den meisten Indikatoren (außer ERC-Grants) den ersten Platz einnehmen.

Angesichts der in Österreich sehr hohen öffentlichen F&E-Finanzierung (Kapitel 2) wurde in den letzten Jahren die Wirkung der Ausgaben bzw. ihre Effizienz und Effektivität hinterfragt (Janger & Kügler, 2018; OECD, 2018). Abbildung 5 vergleicht einen Input-Indikator, die F&E-Quote, mit der Entwicklung zweier zentraler Outputindikatoren, der Zahl der Patentanmeldungen und der Qualität der Publikationen. Bei der F&E-Quote holte

Österreich stärker auf als bei der Qualität der Publikationen und den Patentanmeldungen. Andere Indikatoren würden ein teils anderes Bild ergeben, z. B. die Zahl der triadischen Patente ein schlechteres als die EPA-Anmeldungen, die Zahl der ERC-Grants ein besseres als die Qualität der Publikationen insgesamt. Effizienzanalysen benötigen daher umfassende Untersuchungen, die etwa eigene statistische Verfahren einsetzen, um Bündel an Input- und Outputindikatoren berücksichtigen zu können. In solchen Analysen zeigt sich in der Regel eine durchschnittliche Effizienz Österreichs im Mittelfeld der EU-Länder (Janger & Kügler, 2018).

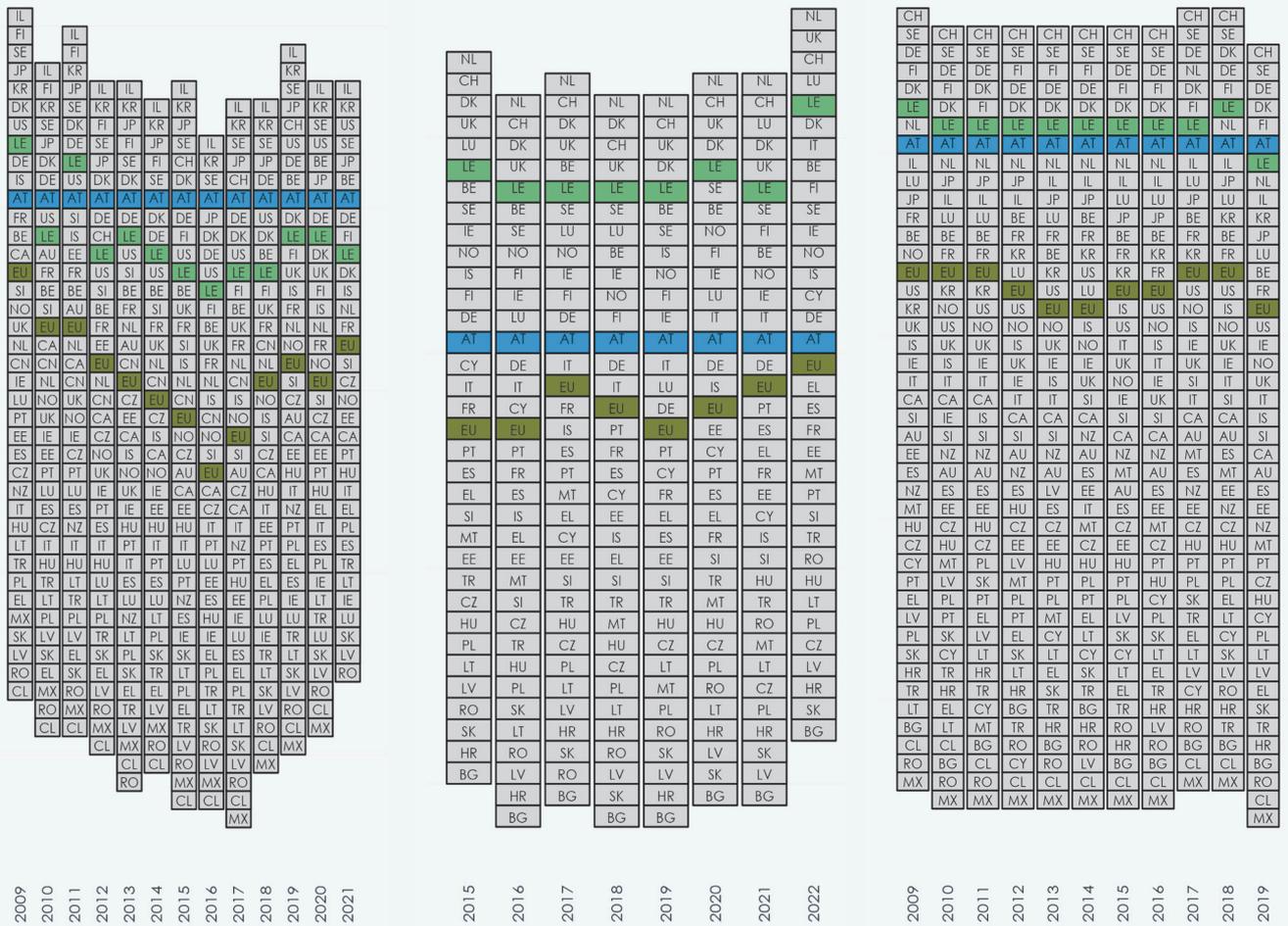
Österreich liegt in einem Vergleich von Indikatoren für die Wissensproduktion über dem EU-Durchschnitt, meist unter dem Durchschnitt der führenden Innovationsländer und deutlich hinter den weltweiten Top 3.

Abbildung 5: Österreichs Rang hinsichtlich der F&E-Quote, Qualität der Publikationen und Patentanmeldungen im zeitlichen Verlauf

F&E-Quote

Qualität der Publikationen

Patentanmeldungen



Q: OECD; European Innovation Scoreboard; PATSTAT, Frühling 2023; Weltbank; WIFO-Berechnungen. LE . . . Durchschnitt der führenden Innovationsländer.

Übersicht 4: Indikatoren zur Leistungsfähigkeit von Forschung und Innovation im internationalen Vergleich – Wissensproduktion

	Beitrag zur Wissensproduktion	Quelle	Definition
Anträge und Publikationen			
Zahl der Publikationen	Output	Scimago	Zahl der zitierfähigen Publikationen je 1.000 Einwohner:innen
Zahl der ERC-Grants	Output	European Research Council	Zahl der ERC-Grants je Einwohner:in
Qualität der Publikationen	Output	European Innovation Scoreboard	Zahl der Publikationen unter den meistzitierten 10% weltweit
Hochschulranking Forschungsleistung	Output	CWTS-Leiden-Ranking 2023, WIFO-Berechnungen	Zahl der Hochschulen Österreichs in groben Ranggruppen (1 bis 50, 51 bis 100, 101 bis 200, 201 bis 300) im Leiden-Ranking relativ zur Landesgröße (Zahl der Hochschulen je 10 Mio. Einwohner:innen, gewichtet mit den Ranggruppen: je besser die Ranggruppe, desto höher das Gewicht)
Patente			
Patentanmeldungen	Output	PATSTAT, Frühling 2023; Weltbank; WIFO-Berechnungen	Patentanmeldungen am EPA nach Wohnsitz des:der Erfinders:in, je 1.000 Einwohner:innen
Triadische Patentanmeldungen	Output	PATSTAT, Frühling 2023; Weltbank; WIFO-Berechnungen	Patentanmeldungen an EPA, JPO und USPTO nach Wohnsitz des:der Erfinders:in, je 1.000 Einwohner:innen
Super-Patente	Output	PATSTAT, Frühling 2023; Weltbank; WIFO-Berechnungen	Bahnbrechende Erfindungen, Rangwerte (Pagerank), relativ zur EU

Q: WIFO-Darstellung, EPA . . . Europäisches Patentamt, JPO . . . Japan Patent Office, USPTO . . . United States Patent and Trademark Office.

4. Ökonomische Wirkung im Vergleich – Wissensverwertung

Um ökonomische Effekte der Wissensproduktion international zu vergleichen, werden Effekte, die ein Upgrading bestehender Branchen bzw. Unternehmen bewirken, von solchen unterschieden, die einen Strukturwandel in Richtung wissensintensiverer Branchen mit sich bringen (Janger, Schubert et al., 2017). Neues Wissen kann dazu eingesetzt werden, in bestehenden Branchen auf der "Qualitätsleiter" höher zu steigen, etwa durch eine Modernisierung der Produkte oder eine Steigerung des Technologiegehaltes¹⁶⁾. Neues Wissen kann aber auch das Wachstum wissensintensiver Branchen bewirken, etwa über innovationsintensive Start-ups.

Österreichs Industriestruktur war bisher von einer Spezialisierung auf traditionellere, weniger innovationsintensive Branchen geprägt. Dies wurde auch als österreichisches Paradoxon bezeichnet (makroökonomischer Erfolg gemessen an Einkommen und Produktivität in "alten Strukturen"; Janger, 2012; Peneder, 2001). Erfolgreiches Upgrading ist ein Erklärungsansatz für diese Beobachtung. Umgekehrt ist in Österreich der Strukturwandel in Richtung wissensintensiver Aktivitäten seit jeher schwach ausgeprägt, mit einer selbst im europäischen Vergleich schwachen Dynamik innovationsintensiver Jungunternehmen.

¹⁶⁾ So entwickelte sich etwa die voestalpine aufgrund des intensiven Einsatzes von Forschung, Entwicklung und Innovation von einem traditionellen Stahlhersteller zu einem Technologiekonzern.

Zur Messung des Upgrading dienen Indikatoren zur Exportqualität (Anteil des hochpreisigen Segments innerhalb der Exporte einer Branche)¹⁷⁾ und Exportkomplexität (Komplexität des exportierten Warenkorbs, z. B. Vielfalt und Wissensintensität der Exportprodukte)¹⁸⁾. Während die Exportkomplexität in Österreich höher ist als in den führenden Innovationsländern und sich zuletzt weiter verbesserte, hat die Exportqualität in der relativen Betrachtung abgenommen. Es scheint wegen der Konkurrenz aufstrebender Volkswirtschaften weniger als früher zu gelingen, zur Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit in noch höhere Preis- bzw. Qualitätssegmente vorzustoßen (Reinstaller & Friesenbichler, 2020). Obwohl der Abstand Österreichs zu den weltweiten Top 3 geringer ist als in vielen anderen Bereichen, sollte der Positionsverlust in der Exportqualität tiefergehend analysiert werden.

Die Indikatoren zum Strukturwandel zeigen ein sehr gemischtes Bild, wobei sie durch die Integration in internationale Wertschöpfungsketten teils stark verzerrt sein können. So zählt die Produktion von Automotoren in Ungarn statistisch als High-Tech-Aktivität, auch wenn das Know-how zumindest teilweise aus Deutschland stammt (Janger, Schubert et al., 2017). In früheren Jahren

¹⁷⁾ Siehe dazu z. B. Aiginger (1997), Janger (2012).

¹⁸⁾ Siehe dazu Reinstaller et al. (2013).

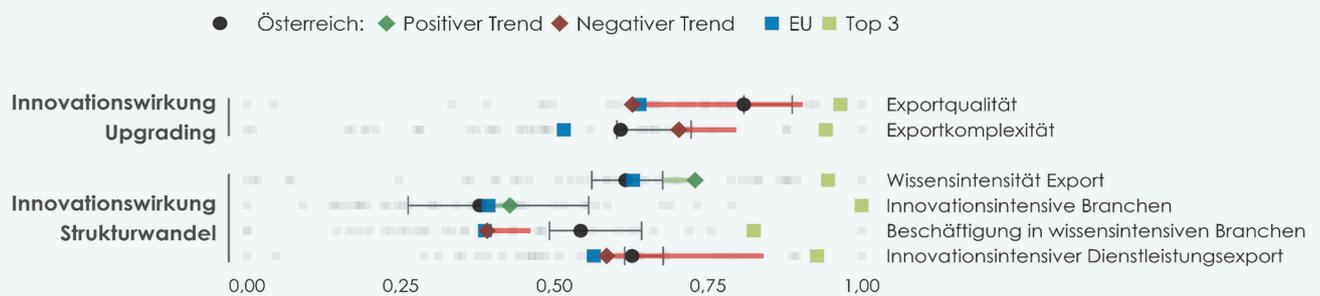
stand als Indikator der Anteil von schnell wachsenden Jungunternehmen (Gazellen) an der Beschäftigung in innovationsintensiven Sektoren zur Verfügung, bei dem Österreich selbst im EU-Vergleich schlecht abschneidet. Die Start-up-Dynamik ist allerdings sehr schwierig zu messen: Schnell wachsende Unternehmen werden etwa nicht mit ihrer eigenen Innovationsintensität erfasst, sondern durch ihre Zugehörigkeit zu bestimmten Branchen, die im Durchschnitt als innovationsintensiv gelten. Dies dürfte erklären, warum der Gazellen-Indikator nicht

mehr Teil des europäischen Innovationsanzeigers ist. Der Austrian Startup Monitor¹⁹⁾ zeigt auf der Basis von Primärforschungen eine positive Entwicklung, leider fehlen aber internationale Vergleiche. Robuste Daten zur Start-up-Dynamik im internationalen Vergleich wären für die FTI-Politik daher sehr wertvoll. Die Risikokapitalintensität als Inputindikator der Start-up-Dynamik ist in Österreich weiter unterdurchschnittlich (Kapitel 2) und zuletzt sogar wieder gesunken, wobei Risikokapitalinvestitionen in der Regel stark zyklisch sind.

Die Indikatoren zur Wissensverwertung zeigen für Österreich gemischte Trends, mit teilweiser Verschlechterung im Bereich des Upgrading und des Strukturwandels. Innovationsintensive Neugründungen bleiben begrenzt.

Abbildung 6: Indikatoren zur Leistungsfähigkeit in der Wissensverwertung

Normierte Werte, jeweils letzter verfügbares Jahr



Q: Quellen, Indikatordetailwerte und -erläuterung in den Übersichten 5 und 6.

Übersicht 5: Leistungsfähigkeit von Forschung und Innovation in Österreich im internationalen Vergleich – Wissensverwertung

	Zeitbereich	Ausgangswert	Aktuellster Wert	Vergleichsländergruppen = 100 ¹⁾			Veränderung über den Zeitbereich		Top 3	Verfügbare Länder
				EU	Führende Innovationsländer	Top 3	In % p. a.	Differenz zu den führenden Innovationsländern in Prozentpunkten		
Innovationswirkung Upgrading										
Exportqualität ²⁾	2010/2021	89,7	76,7	99,3	89,5	82,0	-13,08	- 8,90	DE, IE, SE	28
Exportkomplexität ³⁾	2007/2021	1,6	1,6	137,4	116,0	74,2	0,07	0,48	JP, CH, KR	41
Innovationswirkung Strukturwandel										
Wissensintensität Export ²⁾	2005/2022	55,3	54,9	114,6	116,6	78,6	- 0,42	3,58	KR, JP, CH	41
Innovationsintensive Branchen ²⁾	2008/2020	0,3	0,3	103,6	105,2	63,5	0,00	0,03	CL, KR, IE	41
Beschäftigung in wissensintensiven Branchen ⁴⁾	2008/2022	13,9	15,9	100,4	84,5	65,6	2,00	- 1,03	LU, IE, SE	32
Innovationsintensiver Dienstleistungsexport ²⁾	2012/2021	0,8	0,8	101,6	97,0	79,8	- 0,05	- 0,08	KR, EL, CY	38

Q: WIFO-Darstellung. – 1) Werte über 100 . . . höhere Leistung Österreichs, Werte unter 100 . . . niedrigere Leistung Österreichs. Dunkelgrün: ab 110, Mittelgrün: 100 bis unter 110, Hellgrün: 90 bis unter 100, Hellblau: 75 bis unter 90, Dunkelblau: unter 75. – 2) Q: Eurostat. – 3) Q: BACI. – 4) Q: European Innovation Scoreboard.

Vor den Innovation Leaders liegt Österreich in der Wissensintensität des Exports und beim Anteil innovationsintensiver Branchen. Bei der Wissensintensität legt Österreich gegenüber den führenden Ländern zu, weil sie hierzulande weniger stark sinkt. Der Anteil in-

novationsintensiver Branchen blieb de facto unverändert. Die Beschäftigung in wissensintensiven Branchen und der innovationsintensive Dienstleistungsexport sind in Österreich geringer als in führenden Innovationsländern und weisen einen negativen Trend auf.

¹⁹⁾ <https://austrianstartupmonitor.at/>.

Übersicht 6: Indikatoren zur Leistungsfähigkeit von Forschung und Innovation im internationalen Vergleich – Wissensverwertung

	Beitrag zur Wissensproduktion	Quelle	Definition
Innovationswirkung Upgrading			
Exportqualität	Output	Eurostat	Anteil der Exporte im Hochpreissegment am Gesamtexport in %
Exportkomplexität	Output	BACI	Komplexitätsscore der exportierten Produkte: Produktraumindikator ¹⁾ , der den technologischen Entwicklungsgrad einer Produktlinie anhand der Komplexität der zugrundeliegenden Wissensbestände misst
Innovationswirkung Strukturwandel			
Wissensintensität Export	Output	Eurostat	Anteil von Exporten mit mittelhoher bis hoher Technologieintensität am Gesamtexport in %
Innovationsintensive Branchen	Output	Eurostat	Anteil innovationsintensiver Branchen an der Wertschöpfung in %
Beschäftigung in wissensintensiven Branchen	Output	European Innovation Scoreboard	Anteil wissensintensiver Branchen an der Beschäftigung in %
Innovationsintensiver Dienstleistungsexport	Output	Eurostat	Anteil innovationsintensiver Branchen am Dienstleistungsexport in %

Q: WIFO-Darstellung. – ¹⁾ Hausmann und Hidalgo (2011), Hidalgo und Hausmann (2009), Tacchella et al. (2012).

Wie eingangs erläutert, ist die Wissensverwertung nicht nur für wirtschaftliche Zwecke wichtig, sondern auch für gesellschaftliche Anliegen wie Umweltschutz und Klimawandel. Die ökonomische Wissensverwertung wurde in diesem Beitrag zudem branchenunabhängig, ohne thematischen Schwerpunkt dargestellt, obwohl die Umwälzungen in einigen Branchen viel schneller erfolgen

als in anderen. Hierzu wird auf einschlägige Publikationen verwiesen (siehe Kapitel 1). Entwicklungen im Bereich Umweltschutz und Digitalisierung gehen aber auch oft mit wirtschaftlichen Konsequenzen einher, etwa durch die Anwendung neuer Technologien für Energieproduktion und -speicherung, Mobilität, Gebäude, Landwirtschaft usw.

5. Schlussfolgerungen

Fehlende Spitzenleistungen und neue Rahmenbedingungen wie Klimawandel und technologische Souveränität rufen nach einer umfassenden Evaluierung des österreichischen FTI-Systems.

Österreichs Leistungsfähigkeit in den unterschiedlichen Bereichen kann vereinfacht über dem Durchschnitt der EU, meist unter dem Durchschnitt der führenden Innovationsländer und in der Regel weit unter dem Durchschnitt der weltweiten Top 3 eingeordnet werden. Um die Leistungsfähigkeit Österreichs adäquat einschätzen zu können, gilt es daher, sich nicht nur an der EU, sondern an weltweit führenden Ländern zu orientieren.

Gleichauf oder knapp hinter den führenden Innovationsländern der EU liegt Österreich nur in Bezug auf die Bestimmungsfaktoren (Unternehmensausgaben, öffentliche Finanzierung von F&E, Ausgaben je Schüler:in im Sekundarbereich sowie Kooperation zwischen Unternehmen und Hochschulen im Bereich Innovation). In der Wissensproduktion und -verwertung selbst besteht dagegen teils noch deutliches Aufholpotenzial, sowohl zu den führenden Innovationsländern der EU als auch zu den weltweiten Top 3. Vereinfacht fehlt der zweifellos vorhandenen Spitze in Österreich die Breite. Dies gilt für die Forschung an Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen – hier fehlen große und gleichzeitig forschungsstarke Institute, deren Leistung auf die für Österreich insgesamt aggregierten Indikatoren durchschlagen würde. Ebenso gilt es für den Unternehmensbereich. Dort fehlen historisch bedingt einerseits große High-Tech-Unternehmen mit einer entsprechend intensiven Wissensproduktion und -verwertung und an-

dererseits eine breitere Masse an innovationsintensiven Start-ups, wenngleich es erfolgreiche Neugründungen gibt.

Diese Leistungsdiagnose steht im Gegensatz zu den F&E-Aufwendungen Österreichs, die relativ zum BIP seit 10 Jahren jene der führenden Innovationsländer übertreffen. Zwar zeigen sich in einigen Bereichen Leistungssteigerungen, vor allem bei Quantitätsindikatoren wie z. B. der Zahl der Patente oder der Zahl der Publikationen. Einige Qualitätsindikatoren sind jedoch gegenüber den führenden EU-Ländern zurückgegangen, wie z. B. jene zu den ERC-Grants, zur Qualität der Publikationen, oder zur Exportqualität. Nun sind einzelne Indikatoren und Erhebungsjahre nicht überzubewerten, aber die beobachtete Dynamik ruft nach einer tieferen Ursachenforschung. Österreich verfügt über ein überwiegend basisfinanziertes FTI-System (Janger, 2022), das im Kern nach wie vor auf die breitflächige, themenoffene Intensivierung von F&E-Aktivitäten zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der österreichischen Wirtschaft ausgelegt ist. Das System hat auch erfolgreich zur Steigerung der F&E-Ausgaben beigetragen (Janger, 2019), bisher aber trotz Verbesserungen nicht den notwendigen Leistungsschub ausgelöst, um ins Spitzenfeld vorzustoßen. Die Rahmenbedingungen und die Aufgaben des FTI-Systems haben sich zudem in den letzten Jahren grundlegend verändert: zusätzlich zur allgemeinen Leistungssteigerung sind spezifische Anstrengungen notwendig, um eine Anpas-

sung an den Klimawandel, den Umgang mit künstlicher Intelligenz oder technologische Souveränität angesichts der neuen geopolitischen Herausforderungen zu fördern (Hofmann et al., 2023). Um die Leistung in eine bestimmte Richtung zu steigern, sind andere Instrumente notwendig als für eine breitflächige, themenoffene allgemeine Intensivierung von F&E.

Wenn weder Leistungs- noch Richtungsziele mit dem bestehenden FTI-System effizient oder effektiv erreicht werden können, empfiehlt sich nach fast 15 Jahren (Aiginger et al., 2009) eine erneute umfassende Evaluierung, die von den neuen Datenmöglichkeiten des Austrian Micro Data Centre²⁰⁾ profitieren würde. Den Kern der Analyse sollten neben adäquaten Instrumenten, um Leistung inhaltlich spezifisch zu fördern, die Bereiche akademische Forschungsqualität und Verfügbarkeit von Risikokapital (bzw. Bedingungen für junge innovationsintensive Unternehmen) bilden. Von Synergien bei Reformen in diesen beiden Bereichen ist auszugehen, da etwa international attraktivere Forschungseinrichtungen talentierte Studierende und Forschende anziehen würden, die dann wiederum in Unternehmen wechseln oder diese auch selbst gründen – ein typisches Phänomen auf regionaler Ebene (Abel & Deitz, 2011; Astebro & Bazzazian, 2011; Belderbos et al., 2014).

Ein solcher dynamischer Strukturwandel würde auch die technologische Souveränität erhöhen: Die von der EU beklagte einseitige Abhängigkeit von anderen Ländern in Schlüsseltechnologien geht in den meisten Bereichen auf relativ rezente Unternehmensgründungen zurück, während es in der EU kaum junge, schnell gewachsene Technologieunternehmen gibt, die ihren Markt dominieren²¹⁾. Neben dem zersplitterten europäischen Kapitalmarkt hängt dies wohl mit der dramatischen Unterfinanzierung von Universitäten in der EU (mit Ausnahme der Niederlande und Dänemarks) zusammen, die in der Regel nicht das Ausgabenniveau britischer, Schweizer oder amerikanischer Spitzenuniversitäten erreichen (Hofmann & Janger, 2023). Universitäten mit finanziellem Spielraum können schneller auf neu aufkommende wissenschaftliche Felder reagieren und über Forschung und Lehre jene Humanressourcen ausbilden, die neue Branchen benötigen (z. B. in der Batterieforschung).

Die dargestellten Ergebnisse zur internationalen Leistungsfähigkeit Österreichs in der Wissensproduktion und -verwertung sind mit Vorsicht zu betrachten. Für die Bestimmungs-

faktoren liegen zwar einige verlässliche Indikatoren vor, da die Erfassung von monetären oder Humanressourcen durch viele statistische Standards etwa der OECD gewährleistet ist. Die Herausforderung liegt allerdings in der Vielzahl der möglichen relevanten Faktoren. Nicht abgebildet sind etwa Indikatoren zur Art der Mittelvergabe (z. B. über Basisfinanzierung oder im Wettbewerb). Robuste Kennzahlen liegen für die kodifizierte Produktion von Wissen vor, nicht jedoch für den Aufbau von implizitem Wissen. Indikatoren zur Wissensverwertung leiden unter Verzerrungen, die sich aus der Einbindung der Produktion in internationale Wertschöpfungsketten ergeben. Aus Platzgründen wurde zu thematisch spezifischen Bereichen wie z. B. Umweltschutz oder Digitalisierung auf Publikationen verwiesen²²⁾.

Die Wirkung der COVID-19-Pandemie auf Wissensproduktion und -verwertung lässt sich aufgrund aktueller Daten mittlerweile besser einschätzen. So dürften sich die negativen Effekte auf Innovationsaktivitäten dank der verstärkten öffentlichen Unterstützung während der Pandemie in Grenzen halten (Kügler et al., 2023). In bestimmten Branchen (z. B. Pharma, Medizintechnik) könnten die positiven Auswirkungen der COVID-19-Krise überwiegen. Zudem ist quer über alle Sektoren mit einem Digitalisierungsschub zu rechnen, der angesichts der Defizite Österreichs in diesem Bereich zu begrüßen wäre (Hölzl et al., 2019). Ein vollständiges Bild der Effekte wird erst mit der Veröffentlichung der Gemeinschaftlichen Innovationserhebung 2022 (im Jahr 2024) sowie der PISA-Ergebnisse 2022 (Ende 2023) vorliegen. Das größte Risiko für die Leistungsfähigkeit des österreichischen Innovationssystems geht von dauerhaften Kompetenzverlusten bzw. Bildungsrückständen aus, die besonders sozioökonomisch benachteiligte Schüler:innen treffen. Im Vergleich mit anderen Ländern schnitten solche Kinder und Jugendliche in Österreich schon vor der COVID-19-Krise schlecht bei Kompetenztests ab (Bock-Schappelwein & Famira-Mühlberger, 2020). Strukturierte, flächendeckende und intensive Konzepte, um die durch die Pandemie entstandenen Lernrückstände aufzuholen, sind daher dringend notwendig.

Die Auswirkungen des Angriffs Russlands auf die Ukraine werden einerseits zu weiteren Problemen für das österreichische Innovationssystem führen. Die prognostizierte Rezession dürfte erneut prozyklisch negative Wirkungen auf F&E- und Innovationsentscheidungen auslösen. Zudem wird die hohe

²⁰⁾ Der OECD Innovation Policy Review 2018 nahm keine eigenständige Datenanalyse vor.

²¹⁾ Microsoft und Apple wurden Mitte der 1970er-Jahre, Google Ende der 1990er-Jahre gegründet, ähnlich wie der chinesische Batteriehersteller BYD; Huawei wurde 1987, der dominierende chinesische

Batterieproduzent CATL überhaupt erst 2011 gegründet.

²²⁾ Eine ausführliche Diskussion von Messproblemen sowie zusätzliche Indikatoren aus vielen Bereichen präsentieren Janger und Strauss-Kollin (2020), bzw. der FTI-Monitor des Rats für Forschung und technologische Entwicklung.

Teuerung den realen Effekt der öffentlichen F&E-Finanzierung deutlich dämpfen, wenn die Budgets nicht entsprechend angehoben werden; selbst dann könnte die reale Wirkung von Mittelsteigerungen schwächer ausfallen als in Ländern mit geringerer Inflation²³⁾. Ähnlich wie die COVID-19-Pandemie einen Digitalisierungsschub ausgelöst haben dürfte, könnte der Ukraine-Krieg andererseits einen dringend notwendigen Umweltinnovationsschub bewirken, um sich aus der Abhängigkeit von fossilen Energieträgern zu

befreien. Damit rücken jedoch andere Abhängigkeiten ins Blickfeld: So erhöht etwa die Umstellung auf E-Mobilität die Nachfrage nach seltenen Erden, die überwiegend aus China stammen. Die Themen Kreislaufwirtschaft, künstliche Intelligenz, technologische und Ressourcen-Souveränität werden deshalb die FTI-politische Diskussion der nächsten Jahre wesentlich prägen und sollten gemeinsam mit den diagnostizierten Leistungsproblemen in einer umfassenden Systemevaluierung behandelt werden.

6. Literaturhinweise

- Abel, J. R., & Deitz, R. (2011). Do colleges and universities increase their region's human capital? *Journal of Economic Geography*, 11(2), 1-20.
- Aghion, P., & Howitt, P. (2006). Joseph Schumpeter Lecture Appropriate Growth Policy: A Unifying Framework. *Journal of the European Economic Association*, 4(2-3), 269-314. <https://doi.org/10.1162/jeea.2006.4.2-3.269>.
- Aiginger, K. (1997). The Use of Unit Values to Discriminate between Price and Quality Competition. *Cambridge Journal of Economics*, 21(5), 571-592.
- Aiginger, K., Falk, R., & Reinstaller, A. (2009). *Evaluation of Government Funding in RTDI from a Systems Perspective in Austria. Synthesis Report*. WIFO, convelop cooperative knowledge design gmbh, KMU Forschung Austria, Prognos AG. <https://www.wifo.ac.at/www/pubid/36402>.
- Andrews, D., Criscuolo, C., & Gal, P. N. (2016). The best versus the rest: The global productivity slowdown, divergence across firms and the role of public policy. *OECD Productivity Working Papers*, (5).
- Astebro, T., & Bazzazian, N. (2011). *Universities, entrepreneurship and local economic development*. Handbook of Research on Entrepreneurship and Regional Development: National and Regional Perspectives. <http://books.google.at/books?hl=de&lr=&id=SEPUM7P7rA8C&oi=fnd&pg=PA252&dq=Universities,+entrepreneurship+and+local+economic+development&ots=oKodAkCYPF&sig=z0ko3n94DgZhVvOsQ7HJT29KLwM>.
- Belderbos, R., Van Roy, V., Leten, B., & Thijs, B. (2014). Academic Research Strengths and Multinational Firms' Foreign R&D Location Decisions: Evidence from Foreign R&D Projects in European Regions. *Environment and Planning A*, 46(4), 920-942.
- Bock-Schappelwein, J., & Famira-Mühlberger, U. (2020). Ökonomische Folgen von Schulschließungen. *WIFO Research Briefs*, (18). <https://www.wifo.ac.at/www/pubid/66599>.
- Bock-Schappelwein, J., Firgo, M., Kügler, A., & Schmidt-Padickakudy, N. (2021). Digitalisierung in Österreich: Fortschritt, digitale Skills und Infrastrukturausstattung in Zeiten von COVID-19. *WIFO-Monatsberichte*, 94(6), 451-459. <https://monatsberichte.wifo.ac.at/67254>.
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung – BMBWF, Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie – BMK, Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort – BMDW (2022). Forschungs- und Technologiebericht 2022, Lagebericht gem. § 8 (1) FOG über die aus Bundesmitteln geförderte Forschung, Technologie und Innovation in Österreich.
- Camerani, R., Rotolo, D., & Grassano, N. (2018). Do Firms Publish? A Multi-Sectoral Analysis. *SPRU Working Paper Series*, (2018-21). <https://doi.org/10.2139/ssrn.3276054>.
- Crepon, B., Duguet, E., & Mairesse, J. (1998). Research, Innovation And Productivity: An Econometric Analysis At The Firm Level. *Economics of Innovation and New Technology*, 7(2), 115-158. <https://doi.org/10.1080/10438599800000031>.
- Ederer, S., Bachtrögler, J., Böheim, M., Falk, M., Mayerhofer, P., & Piribauer, P. (2020). *Produktivität und inklusives Wachstum: Wettbewerb, Investitionen und Innovationen für Wachstum und Teilhabe*. Bertelsmann Stiftung.
- Feichtinger, G., Kettner-Marx, C., Kletzan-Slamanig, D., Köppl, A., Meyer, I., Sinabell, F., & Sommer, M. (2021). Schlüsselindikatoren zu Klimawandel und Energiewirtschaft 2021. Sonderthema: Umwelt- und Klimamaßnahmen im österreichischen Aufbau- und Resilienzplan. *WIFO-Monatsberichte*, 94(7), 513-530. <https://monatsberichte.wifo.ac.at/67373>.
- Foray, D., & Phelps, S. E. (2011). The challenge of innovation in turbulent times. *MTEI Working Paper*, 002. http://infoscience.epfl.ch/record/170401/files/MTEI-WP-2011-002-Foray_Phelps_1.pdf.
- Friesenbichler, K., Bilek-Steindl, S., & Glocker, C. (2021). *Österreichs Investitionsperformance im internationalen und sektoralen Vergleich. Erste Analysen zur COVID-19-Krise*. WIFO. <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/67163>.
- Gassler, H., & Sellner, R. (2015). Risikokapital in Österreich Ein Flaschenhals im österreichischen Innovationssystem? *IHS Policy Brief*, (10).

²³⁾ Im Jahresabstand lag die Inflationsrate in der Schweiz 2022 bei 2,8%, in Österreich dagegen bei 8,6%.

- Hausmann, R., & Hidalgo, C. A. (2011). The network structure of economic output. *Journal of Economic Growth*, 16(4), 309-342.
- Hidalgo, C. A., & Hausmann, R. (2009). The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(26), 10570-10575.
- Hofmann, K., & Janger, J. (2023). *Ausgaben und Finanzierung von Universitäten im internationalen Vergleich*. WIFO. <https://www.wifo.ac.at/www/pubid/70735>.
- Hofmann, K., Janger, J., & Unterlass, F. (2023). *Technologische Souveränität. Empirische Bestimmung und FTI-politische Implikationen*. WIFO. <https://www.wifo.ac.at/www/pubid/70753>.
- Hözl, W., Bärenthaler-Sieber, S., Bock-Schappelwein, J., Friesenbichler, K. S., Kügler, A., Reinstaller, A., Reschenhofer, P., Dachs, B., & Risak, M. (2019). *Digitalisation in Austria. State of Play and Reform Needs*. WIFO, Austrian Institute of Technology. <https://www.wifo.ac.at/www/pubid/61892>.
- Hözl, W., & Janger, J. (2014). Distance to the frontier and the perception of innovation barriers across European countries. *Research Policy*, 43(4), 707-725. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.10.001>.
- Janger, J. (2012). Strukturwandel und Wettbewerbsfähigkeit in der EU. *WIFO-Monatsberichte*, 85(8), 625-640. <https://monatsberichte.wifo.ac.at/44960>.
- Janger, J. (2019). Projektbasierte Grundlagenforschungsförderung im internationalen Vergleich. Implikationen für eine Exzellenzinitiative in Österreich. *WIFO-Monatsberichte*, 92(3), 159-172. <https://monatsberichte.wifo.ac.at/61701>.
- Janger, J. (2019). The Austrian example. What can the UK learn from Europe's fastest-growing R&D spender? *Research Fortnight*, (547), 12-13. <https://www.researchresearch.com/news/article/?articleId=1382068>.
- Janger, J. (2022). Finanzierung von FTI-politischen Missionen in Österreich. *WIFO Research Briefs*, (15). <https://www.wifo.ac.at/www/pubid/69662>.
- Janger, J., Firgo, M., Hofmann, K., Kügler, A., Strauss, A., Streicher, G., & Pechar, H. (2017). *Wirtschaftliche und gesellschaftliche Effekte von Universitäten*. WIFO. <https://www.wifo.ac.at/www/pubid/60794>.
- Janger, J., & Kügler, A. (2018). *Innovationseffizienz. Österreich im internationalen Vergleich*. WIFO. <https://www.wifo.ac.at/www/pubid/61111>.
- Janger, J., Kügler, A., Reinstaller, A., & Unterlass, F. (2017). *Austria 2025 – Looking Out For the Frontier(s): Towards a New Framework For Frontier Measurement in Science, Technology and Innovation*. Projektpublikation Österreich 2025. WIFO.
- Janger, J., Schubert, T., Andries, P., Rammer, C., & Hoskens, M. (2017). The EU 2020 innovation indicator: A step forward in measuring innovation outputs and outcomes? *Research Policy*, 46(1), 30-42. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.10.001>.
- Janger, J., & Slickers, T. (2022). Wissensproduktion und Wissensverwertung in Österreich im internationalen Vergleich. *WIFO-Monatsberichte*, 95(10), 677-691. <https://monatsberichte.wifo.ac.at/69917>.
- Janger, J., & Strauss-Kollin, A. (2020). *Die Leistungsfähigkeit des österreichischen Innovationssystems*. WIFO. <https://www.wifo.ac.at/www/pubid/66555>.
- Keuschnigg, C., & Sardadvar, S. (2019). *Wagniskapital zur Finanzierung von Innovation und Wachstum*. WPZ – Wirtschaftspolitisches Zentrum.
- Kügler, A., Friesenbichler, K., & Janger, J. (2023). *Innovationen und Investitionen österreichischer Unternehmen in der Krise*. WIFO. <https://www.wifo.ac.at/www/pubid/70681>.
- Lundvall, B.-Å. (2010). *National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Anthem Press.
- McLaughlin, J. A., & Jordan, G. B. (1999). Logic models: A tool for telling your programs performance story. *Evaluation and Program Planning*, 22(1), 65-72. [https://doi.org/10.1016/S0149-7189\(98\)00042-1](https://doi.org/10.1016/S0149-7189(98)00042-1).
- OECD (2018). *OECD Reviews of Innovation Policy: Austria 2018*. <https://www.oecd-ilibrary.org/content/publication/9789264309470-en>.
- Österreichische Bundesregierung (2020). *FTI-Strategie 2030*.
- Peneder, M. (2001). Eine Neubetrachtung des "Österreich-Paradoxon". *WIFO-Monatsberichte*, 74(12), 737-748. <https://monatsberichte.wifo.ac.at/20964>.
- Peneder, M. (2013). Von den "trockenen Tälern" der Risiko- und Wachstumsfinanzierung. *WIFO-Monatsberichte*, 86(8), 637-648. <https://monatsberichte.wifo.ac.at/46911>.
- Rat für Forschung und Technologieentwicklung (2023). *Bericht zur wissenschaftlichen und technologischen Leistungsfähigkeit Österreichs*. <https://fti-monitor.rfte.at/docs/pdf/L100012.pdf>.
- Reinstaller, A. (2020a). Auswirkungen der COVID-19-Krise auf die Forschungs- und Entwicklungsausgaben des Unternehmenssektors in Österreich. *WIFO-Monatsberichte*, 93(6), 449-460. <https://monatsberichte.wifo.ac.at/66144>.
- Reinstaller, A. (2020b). Der Beitrag österreichischer Hochschulen zur erfinderischen Tätigkeit von Unternehmen. *WIFO-Monatsberichte*, 93(9), 687-697. <https://monatsberichte.wifo.ac.at/66421>.
- Reinstaller, A., & Friesenbichler, K. S. (2020). "Better Exports" – Technologie-, Qualitätsaspekte und Innovation des österreichischen Außenhandels im Kontext der Digitalisierung. WIFO. <https://www.wifo.ac.at/www/pubid/66391>.

- Reinstaller, A., Friesenbichler, K. S., Hölzl, W., & Kügler, A. (2022). Herausforderungen und Bestimmungsfaktoren der Wettbewerbsfähigkeit österreichischer Industrieunternehmen. Ergebnisse der WIFO-Industriebefragung 2022. *WIFO-Monatsberichte*, 95(7), 467-476. <https://monatsberichte.wifo.ac.at/65835>.
- Reinstaller, A., Hölzl, W., Kutsam, J., & Schmid, C. (2013). *The Development of Productive Structures of EU Member Countries and Their International Competitiveness*. WIFO. <https://www.wifo.ac.at/wifa/pubid/46823>.
- Reinstaller, A., & Reschenhofer, P. (2017). Using PageRank in the analysis of technological progress through patents: An illustration for biotechnological inventions. *Scientometrics*, 113(3), 1407-1438. <https://doi.org/10.1007/s11192-017-2549-x>.
- Stampfer, M. (2000). Das Kplus-Kompetenzzentrenprogramm: Zielsetzungen und aktueller Stand. *Wirtschaftspolitische Blätter*, (2), 214-218.
- Tacchella, A., Cristelli, M., Caldarelli, G., Gabrielli, A., & Pietronero, L. (2012). A New Metrics for Countries' Fitness and Products' Complexity. *Scientific Reports*, 2(1), 723.
- Unterlass, F., Hranyai, K., & Reinstaller, A. (2013). *Patentindikatoren zur Bewertung der erfinderischen Leistung in Österreich. Vorläufiger technischer Bericht*. WIFO (mimeo).