

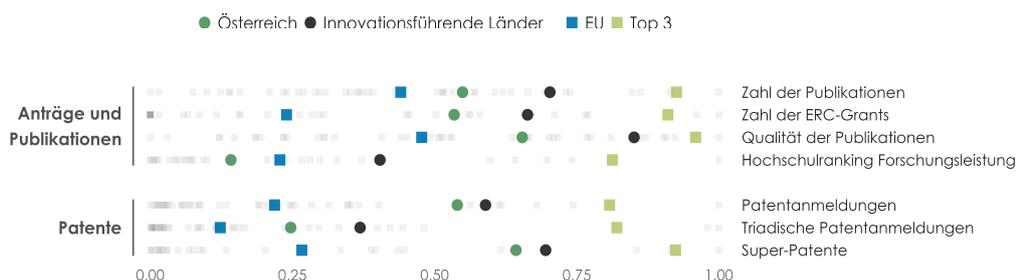
Wissensproduktion und Wissensverwertung in Österreich im internationalen Vergleich

Jürgen Janger, Tim Slickers

- Wissensproduktion und -verwertung sind zentrale Bausteine einer ökologisch nachhaltigen Wirtschaftsentwicklung. Die Analyse der Leistungsfähigkeit ist eine wichtige Basis für wirtschaftspolitische Maßnahmen.
- Die Bildungs-, Forschungs- und Entwicklungsausgaben sind in Österreich hoch, teils im Bereich der drei weltweit führenden Länder. Beim Kompetenzerwerb im Bildungssystem und der Verfügbarkeit von Hochschulabsolventen und -absolventinnen liegt Österreich hingegen zurück, mit Ausnahme der MINT-Fächer. Dieser Rückstand könnte sich durch die COVID-19-Krise noch weiter vergrößert haben.
- Österreich liegt in einem Vergleich von Indikatoren für die Wissensproduktion zwar über dem EU-Durchschnitt, jedoch unter dem Durchschnitt der führenden Innovationsländer und deutlich unter dem Durchschnitt der weltweiten Top 3.
- Eine Leistungssteigerung sollte sich nicht nur an den EU-Ländern, sondern an den weltweiten Spitzenreitern orientieren. Ansatzpunkte sind die Forschungsleistung an Hochschulen und die Start-up-Dynamik. Es wird herausfordernd, Wissensproduktion und -verwertung künftig nicht nur themenoffen, sondern in eine bestimmte Richtung zu steigern, etwa zur Bekämpfung des Klimawandels.
- Trotz ihrer negativen Effekte könnten sowohl die COVID-19-Pandemie als auch der Ukraine-Krieg deutliche Innovationsschübe in den Bereichen Digitalisierung bzw. neue Umwelttechnologien auslösen.

Indikatoren für die Wissensproduktion im internationalen Vergleich

Normierte Werte, jeweils letzter verfügbares Jahr



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 Aufholpotential zu den führenden Innovationsländern der EU auf (Q: Scimago; European Research Council; European Innovation Scoreboard; CWTS-Leiden-Ranking 2022; PATSTAT, Frühling 2022; Weltbank; WIFO-Berechnungen).

"Bestehende international exzellente Forschungseinrichtungen und innovationsintensive Unternehmen in Österreich sind (noch) nicht groß genug, um in aggregierten Leistungsindikatoren sichtbar zu sein."

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. Leistungsindikatoren etwa für Publikationen, Patente und innovationsintensive Start-ups, zeigen aber noch deutliche Aufholpotentiale, insbesondere im Vergleich mit weltweit führenden Ländern. Bestehenden exzellenten Forschungseinrichtungen oder innovationsintensiven Unternehmen fehlt es derzeit (noch) an Größe, um in der Gesamtleistung Österreichs sichtbar zu sein.

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

Der vorliegende Beitrag ist eine Aktualisierung von Jürgen Janger, Anna Strauss-Kollin (2021). Wissensproduktion und Wissensverwertung in Österreich im internationalen Vergleich. *WIFO-Monatsberichte*, 94(10), 751-765. <https://monatsberichte.wifo.ac.at/68091>.

Begutachtung: Hans Pitlik • **Wissenschaftliche Assistenz:** Fabian Gabelberger (fabian.gabelberger@wifo.ac.at), Peter Reschenhofer (peter.reschenhofer@wifo.ac.at) • Abgeschlossen am 5. 10. 2022

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

Knowledge Production and Utilisation in Austria in an International Comparison

In recent decades, Austria has increased its monetary resources for knowledge production and utilisation to a level above the leading innovation countries of the EU. However, performance indicators for publications, patents and innovation-intensive start-ups, for example, still point to significant catch-up potential, particularly in comparison with leading global countries. Existing excellent research institutions or innovation-intensive companies (still) lack the size to be visible in Austria's overall performance.

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 nimmt eine Standortbestimmung der Leistungsfähigkeit Österreichs in den Bereichen Forschung, Technologie und Innovation vor. Dem Konzept von Janger et al. (2017) folgend, werden neben Bestimmungs- oder Inputfaktoren von FTI-Aktivitäten Leistungen Österreichs in der Wissensproduktion und -verwertung untersucht (Abbildung 1). Der Analyserahmen lehnt sich damit an die Darstellung von Wirkungsketten an, wie sie in ökonomischen Produktionsfunktionen (Crepon et al., 1998) oder Programmevaluierungen (Interventionslogik; McLaughlin & Jordan, 1999) eingesetzt werden¹⁾.

Wissensproduktion wird als Aufbau neuen Wissens definiert, kodifiziert durch Publikationen oder Patente. Die höchste Leistungsfähigkeit in der Produktion von Publikationen

wird als "Wissenschaftsfrontier", im Bereich der Patente als "Technologiefrontier" bezeichnet. Für erstere ist die Forschungsleistung von Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen wichtiger, für zweitere 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, kann naturgemäß nicht direkt gemessen werden. Dies schränkt die Beurteilung der Leistungsfähigkeit ein, da stilles Wissen von Unternehmen vermehrt genutzt wird, um Wettbewerbsvorteile zu erlangen, die mutmaßlich die steigende Produktivitätsdivergenz zwischen den weltweit erfolgreichsten und den anderen

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.

Unternehmen mitverursachen (Andrews et al., 2016; Ederer et al., 2020)³⁾.

Eine Produktivitätswirkung setzt aber die effektive Verwertung des neuen Wissensbestandes voraus. Unternehmen investieren in Forschung und Entwicklung sowie weitere Innovationsaktivitäten, um sich damit einen Wettbewerbsvorteil zu verschaffen, etwa durch neue Produkte oder durch niedrigere Kosten aufgrund neuer Produktionsprozesse. In hochentwickelten Volkswirtschaften, an der Produktivitätsfrontier, wird Innovation empirisch belegt zu einer dominanten Wettbewerbsstrategie von Unternehmen (Aghion & Howitt, 2006; Hölzl & Janger, 2014; Kügler

et al., 2020), 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: zum einen durch Indikatoren, die einen **Strukturwandel** abbilden (z. B. Entwicklung des Anteils der Wertschöpfung wissensintensiver Branchen an der gesamten volkswirtschaftlichen Leistung) und zum anderen durch Indikatoren für **Upgrading** (Verbesserung eines Landes entlang der Qualitätsleiter einer Branche) oder das erfolgreiche Vordringen in wissensintensivere Bereiche innerhalb einer Branche.

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



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

Wissensproduktion und -verwertung stehen aber längst nicht mehr nur im Dienst der Wohlstandsmaximierung, sondern sind ebenso ein unverzichtbarer Bestandteil der Bewältigung gesellschaftlicher Herausforderungen wie etwa des Klimawandels oder der Digitalisierung. Thematisch orientierte Indikatoren können dies teils messen (z. B. Produktivität in bestimmten Branchen), oftmals stehen aber spezifische technologische oder gesellschaftliche Leistungen im Vordergrund. Im vorliegenden Beitrag wird auf die Literatur zur Messung der Leistungsfähigkeit in diesen Feldern verwiesen (Bock-Schappelwein et al., 2021; Feichtinger et al., 2021; Hölzl et al., 2019; Janger & Strauss-Kollin, 2020). Angesichts der Brisanz der Herausforderungen 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 Herausforderung, die Geschwindigkeit des Fortschritts in eine bestimmte Richtung, themenspezifisch, zu erhöhen.

Wenn sich Österreich die nachhaltige Entwicklung von Wirtschaft und Gesellschaft zum Ziel setzt, dann erfordert dies eine entsprechend hohe Leistung in der Wissensproduktion und -verwertung, sowohl hinsichtlich wirtschaftlicher Leistungsmerkmale wie Einkommen pro Kopf und Beschäftigung als auch hinsichtlich der Kompatibilität dieser 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 verfolgen⁴⁾.

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

⁴⁾ Weitere Analysen der Leistungsfähigkeit Österreichs finden sich bei BMBWF et al. (2022), OECD (2018), Rat für Forschung und Technologieentwicklung (2022).

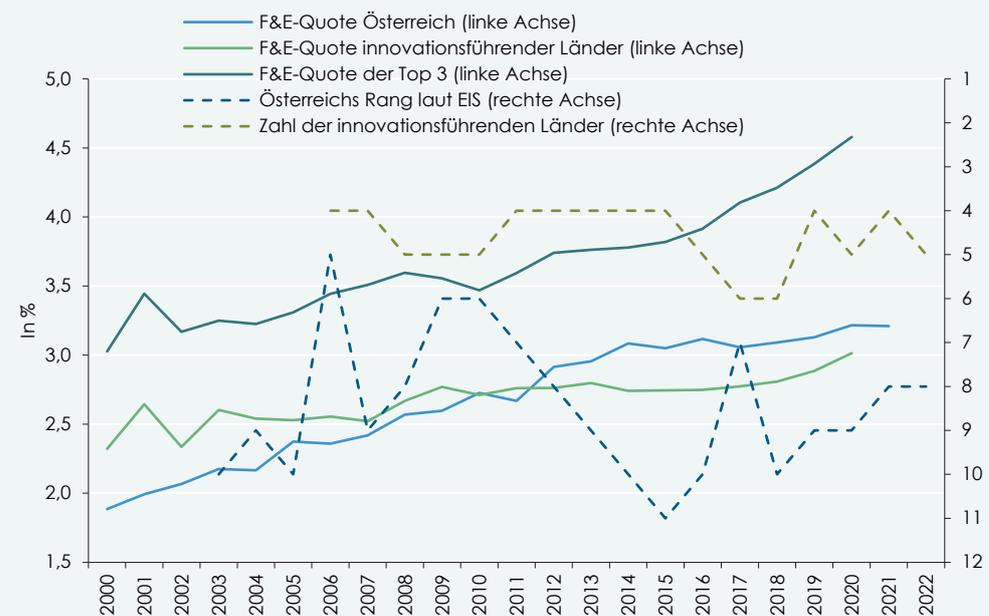
Eine Steigerung der F&E-Ausgaben allein reicht nicht für eine nachhaltige Verbesserung der Wissensproduktion und -verwertung aus.

2. Bestimmungsfaktoren im internationalen Vergleich

Die neue FTI-Strategie 2030 der Österreichischen Bundesregierung (2020) setzt sich u. a. zum Ziel, bei der F&E-Quote weltweit und im European Innovation Scoreboard in die Gruppe der jeweils führenden fünf Länder vorzustoßen. Schon die FTI-Strategie 2020 enthielt ähnliche Zielsetzungen. Abbildung 2 zeigt auf der linken Achse die Entwicklung der F&E-Quote in Österreich und im Durchschnitt der führenden Innovationsländer der EU (Belgien, Dänemark, Finnland, Niederlande, Schweden) laut European Innovation Scoreboard (EIS)⁵⁾. Gegenüber 2021 sind die Niederlande neu in diese Gruppe aufgestiegen. Die rechte Achse zeigt die Rangentwicklung Österreichs im EIS sowie den jeweils

letzten Rang der Gruppe der führenden Innovationsländer (d. h. den Rang, der für eine Zugehörigkeit zur Gruppe ausgereicht hätte). Österreichs F&E-Quote übertraf im Jahr 2020 jene der führenden Innovationsländer. Im EIS 2022 liegt Österreich jedoch wie im Vorjahr auf Rang acht. Die Ausweitung der F&E-Ausgaben reichte bisher nicht aus, um in die Gruppe der führenden Länder vorzudringen, obwohl die F&E-Ausgaben auch zu den Indikatoren des EIS zählen⁶⁾: Eine Steigerung der F&E-Ausgaben allein reicht demnach nicht für eine nachhaltige Verbesserung der Wissensproduktion und -verwertung aus.

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



Q: European Innovation Scoreboard, Eurostat, Statistik Austria.

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 zwar 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 2022

sowie die jeweiligen Top 3 pro Indikator. Aktuelle Absolutwerte für Österreich und die Top 3 pro Indikator werden 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; aufgrund der Normalisierung der Werte ist dies kein Trend der tatsächlichen Werte Österreichs, sondern relativ zur Entwicklung der anderen Länder des jeweiligen Indikators. Dies ist jedoch gewünscht, da auch das Konzept einer Frontier

⁵⁾ Das EIS enthält Indikatoren zu Bestimmungsfaktoren, zur Wissensproduktion und zur Wissensverwertung.

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 der Wissensproduktion und Wissensverwertung nach vielen unterschiedlichen Methoden und Indikatorensets noch nie zu den führenden Ländern zählte.

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

von einer relativen und nicht einer absoluten Spitze ausgeht. Der Datenpunkt für Österreich ist entsprechend dem Trend rot oder grün.

Gemessen an den monetären Ausgaben für F&E und Innovation liegt Österreich außer in Bezug auf die Risikokapitalintensität immer 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. Hinsichtlich der öffentlichen Finanzierung würde Österreich sogar zu den Top 3 weltweit zählen, wenn die Forschungsprämie weiterhin der öffentlichen Finanzierung zugerechnet würde. Aufgrund einer statistischen Konvention zählt diese jedoch zur Finanzierung durch den Unternehmenssektor, obwohl sie in Österreich als direkter Zuschuss des Finanzministeriums administriert wird. Deutlich unterdurchschnittlich ist dagegen Österreichs Wert für die Risikokapitalintensität. Allerdings

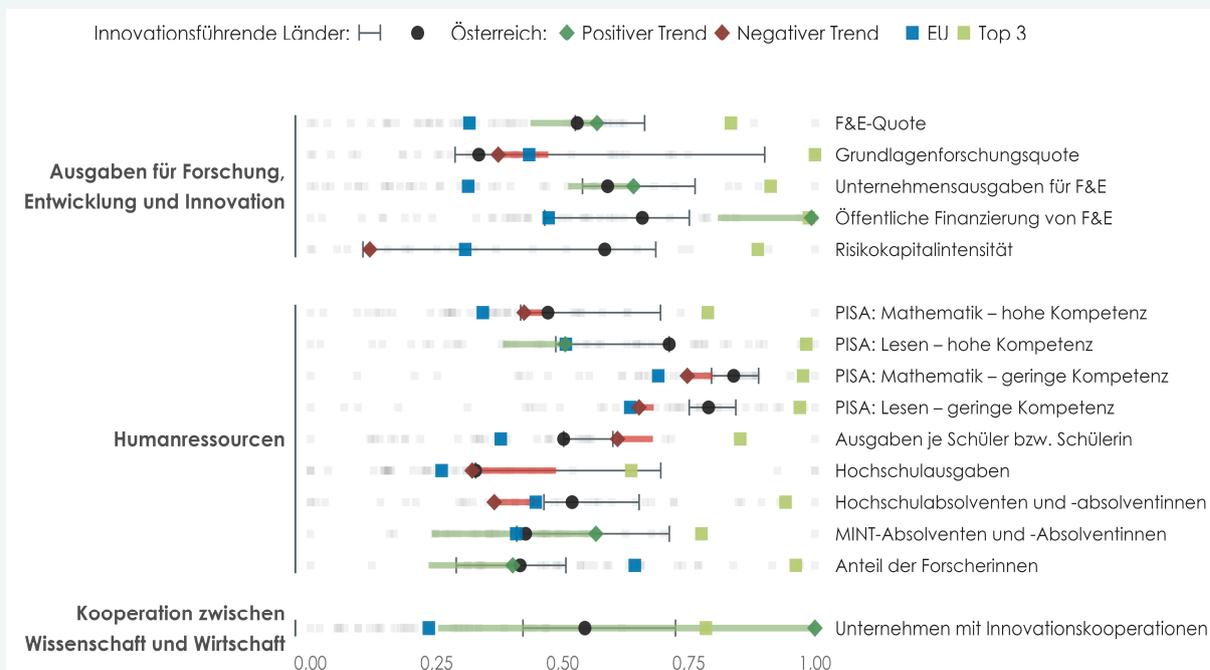
schneidet hinsichtlich dieses Indikators die EU insgesamt gegenüber etwa den USA schlecht ab. Die Entwicklung folgt in allen Bereichen bis auf die öffentliche F&E-Finanzierung und die Risikokapitalintensität einem steigenden Trend⁹⁾.

Die Humanressourcen bieten ein wesentlich differenzierteres Bild. Abgebildet werden beide Dimensionen im Sekundarbereich – Anteile der Schüler und Schülerinnen mit Spitzen- und bloß Basiskompetenzen –, da sie unterschiedlich relevant für die Wissensproduktion und -verwertung sein können: Spitzenkompetenzen weisen auf Potential auch für fortgeschrittene wissenschaftliche Leistungen hin, ein Niveau zumindest über den Basiskompetenzen kann als Potential verstanden werden, neues Wissen im Berufsleben zu erwerben und einzusetzen. Fehlen sogar Basiskompetenzen wie sinnerfassendes Lesen, so erschwert dies die Bewältigung neuer Querschnittstechnologien wie z. B. der Digitalisierung, mit negativen Folgen auch für die Produktivitätswirkung neuer Technologien in Österreich.

Die Bildungs- sowie F&E-Ausgaben sind in Österreich hoch. Der Kompetenzerwerb im Bildungssystem und der Anteil der Hochschulabsolventen und -absolventinnen bleiben dagegen zurück, mit Ausnahme von MINT-Fächern.

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

Normierte Werte, jeweils letzter verfügbares Jahr



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

Gemessen an den Ausgaben je Schüler und Schülerin im Sekundarbereich liegt Österreich deutlich über dem Niveau der führenden Innovationsländer. Hinsichtlich der Leistungen erreicht Österreich aber nur im Fall von Mathematik (hohes Kompetenzniveau)

knapp das Niveau der führenden EU-Länder. In den drei anderen Bereichen ist der EU-Durchschnitt näher als jener der führenden Innovationsländer. Der Anteil der Schüler und Schülerinnen mit niedrigem Kompetenzniveau nimmt in Österreich sogar tendenziell

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

⁹⁾ Das letztverfügbare Jahr für Risikokapitaldaten ist das Jahr 2021.

zu. Allerdings wurde PISA2021 aufgrund der COVID-19-Pandemie verschoben, sodass sich die aktuellsten PISA-Ergebnisse auf das Jahr 2018 beziehen. Laut Reinstaller et al. (2022) steht für Industrieunternehmen in

Österreich die Verbesserung des Bildungssystems an vierter Stelle unter den Faktoren, die zur Standortsicherung Österreichs notwendig wären.

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	Innovationsführende Länder	Top 3	In % p. a.	Differenz zu den innovationsführenden Ländern in Prozentpunkten		
Ausgaben für Forschung, Entwicklung und Innovation²⁾										
F&E-Quote	2000/2020	1,9	3,2	167,8	106,7	70,2	1,33	0,97	IL, KR, SE	38
Grundlagenforschungsquote	2002/2019	0,4	0,5	142,1	109,5	78,6	0,19	0,13	CH, KR, NL	33
Unternehmensausgaben für F&E	2002/2020	0,4	1,2	202,8	108,6	70,4	6,08	2,12	IL, KR, US	38
Öffentliche Finanzierung von F&E	2000/2020	0,7	1,1	185,1	142,0	100,5	0,36	0,31	KR, AT, NO	38
Risikokapitalintensität ³⁾	2007/2021	0,3	0,2	42,6	23,2	15,4	- 0,11	- 0,36	NO, UK, SE	22
Humanressourcen										
PISA: Mathematik – hohe Kompetenz	2003/2018	14,3	12,6	122,8	90,3	54,8	- 1,72	5,89	CN, KR, NL	42
PISA: Lesen – hohe Kompetenz	2000/2018	7,5	7,2	99,8	71,9	52,5	- 0,22	2,36	CA, FI, NZ	42
PISA: Mathematik – geringe Kompetenz ⁴⁾	2003/2018	18,8	21,1	112,9	79,5	48,8	2,31	- 0,71	CN, EE, JP	42
PISA: Lesen – geringe Kompetenz ⁴⁾	2000/2018	19,3	23,6	102,7	79,0	51,4	4,31	1,12	EE, IE, FI	41
Ausgaben je Schüler bzw. Schülerin ⁵⁾	2012/2019	21.474,0	22.232,0	140,3	115,3	76,8	0,50	- 0,38	LU, NO, CH	31
Hochschulausgaben ⁶⁾	2000/2019	10.850,5	21.653,3	118,0	98,4	55,8	3,70	0,092	LU, UK, SE	37
Hochschulabsolventen und -absolventinnen ⁴⁾	2004/2021	30,5	42,4	92,4	86,7	63,5	11,97	- 1,19	KR, CA, JP	38
MINT-Absolventen und -Absolventinnen ⁵⁾	2000/2020	7,2	24,4	130,1	125,6	76,6	17,20	8,63	IE, FR, FI	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 Wirtschaft⁷⁾										
Unternehmen mit Innovationskooperationen	2004/2016	10,0	23,2	181,1	149,9	126,1	13,19	19,48	UK, AT, DK	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⁾ Vergleich mit Ländergruppen: invertiert. – ⁵⁾ Q: Eurostat. – ⁶⁾ Q: OECD. – ⁷⁾ Q: Eurostat CIS.

Im tertiären Bereich sind die Hochschulausgaben je Studierenden oder Studierende in Österreich geringer als in den führenden Ländern, mit rückläufigem Trend. Allerdings ist hier auf zahlreiche Messunsicherheiten, etwa durch prüfungsinaktive Studierende, hinzuweisen¹⁰⁾. Der Anteil der Absolventen und Absolventinnen an der Bevölkerung (in einer breiten Definition, die auch die letzten zwei Stufen der Berufsbildenden Höheren Schule einschließt) ist niedriger als im Durchschnitt der EU, auch das neben der Risikokapitalintensität seit langem unverändert. Wesentlich besser schneidet Österreich hinsichtlich des breit definierten Anteils der MINT-Absolventen und -Absolventinnen ab, vor allem aufgrund der Schulform der Höheren Techni-

schen 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 hingegen 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 wandelte sich diese mittlerweile in eine Stärke, wohl nicht zuletzt durch beständige und intensive Förderung etwa über Förderprogramme wie z. B. K-plus oder den Nachfolger COMET.

¹⁰⁾ Für eine genaue Diskussion siehe Janger, Firgo et al. (2017).

Die Bestimmungsfaktoren für Wissensproduktion und -verwertung sind noch wesentlich zahlreicher als die hier gezeigten. Sie sind komplexe Phänomene, deren vielfältige Einflussfaktoren wohl am umfassendsten in der Theorie der Nationalen Innovationssysteme erfasst werden (Lundvall, 2010). So fehlen

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).

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	Grundlagenforschungsleistungen 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
Risikokapitalintensität	Input	Invest Europe	Risikokapital in % des BIP, laut Marktstatistik
Humanressourcen			
PISA: Mathematik – hohe Kompetenz	Output	PISA	Anteil der 15-jährigen Schüler und Schülerinnen mit hoher Kompetenz in Mathematik an allen gleichaltrigen Schülern und Schülerinnen in %
PISA: Lesen – hohe Kompetenz	Output	PISA	Anteil der 15-jährigen Schüler und Schülerinnen mit hoher Kompetenz in Lesen an allen gleichaltrigen Schülern und Schülerinnen in %
PISA: Mathematik – geringe Kompetenz	Output	PISA	Anteil der 15-jährigen Schüler und Schülerinnen mit geringer Kompetenz in Mathematik an allen gleichaltrigen Schülern und Schülerinnen in %
PISA: Lesen – geringe Kompetenz	Output	PISA	Anteil der 15-jährigen Schüler und Schülerinnen mit geringer Kompetenz in Lesen an allen gleichaltrigen Schülern und Schülerinnen in %
Ausgaben je Schüler bzw. Schülerin	Input	Eurostat	Öffentliche Ausgaben für Bildung pro Kopf (Schüler bzw. Schülerinnen, 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
Hochschulabsolventen und -absolventinnen	Output	OECD	Anteil der 25- bis 34-jährigen Hochschulabsolventen und -absolventinnen (ISCED 5 bis 8) an der gleichaltrigen Bevölkerung in %
MINT-Absolventen und -Absolventinnen	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

Der Vergleich der Wissensproduktion anhand der Zahl der bewilligten Förderanträge, der Publikationen und Patente (d. h. der kodifizierten Wissensproduktion) ist übersichtlicher als die wesentlich vielfältigere Landschaft der Wissensverwertung. Dies hängt auch mit der guten Datenlage im Bereich Patente und Publikationen zusammen¹²⁾. Für das Abschneiden bei ERC-Grants und Publikationen ist die Leistungsfähigkeit des Hochschul- und außeruniversitären Forschungssektors bedeutsamer als jene des Unternehmenssektors. Hier liegt die Leistung Österreichs zumeist über dem Durchschnitt der EU, aber unter den führenden Innova-

tionsländern, bei großem Abstand zu den weltweiten Top 3.

Eine Ausnahme ist der Indikator Hochschulranking Forschungsleistung, der die Ränge der österreichischen Universitäten im rein bibliometrischen Leiden-Ranking auf einen Wert aggregiert und dabei Platzierungen in den vorderen Ranggruppen höher gewichtet. Das selbst im EU-Vergleich unterdurchschnittliche Ergebnis spiegelt teils die Struktur der akademischen Forschung in Österreich wider, in der viele Universitäten keinen hohen Rang erreichen, während außeruniversitäre Forschungseinrichtungen mit exzellenter

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

¹²⁾ Die nicht kodifizierte Wissensproduktion, d. h. implizites oder stilles Wissen, kann hingegen nur approximiert werden.

Forschungsleistung wie das IST Austria oder Institute der Österreichischen Akademie der Wissenschaften wie z. B. das IMBA (noch) zu klein sind, um in den Rankings aufzuscheinen. Sehr wohl sichtbar sind diese Einrichtungen im Bereich der ERC-Grants, wo Österreichs Leistung jener der führenden Länder näherkommt. Laut Indikatoren, für die die Gesamtleistung des Systems ausschlag-

gebend 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. Die Trends sind überwiegend positiv.

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	Innovationsführende Länder	Top 3	In % p. a.	Differenz zu den innovationsführenden Ländern in Prozentpunkten		
Anträge und Publikationen										
Zahl der Publikationen ²⁾	2005/2021	1,6	3,4	123,3	79,0	60,5	4,70	0,45	CH, DK, IS	43
Zahl der ERC-Grants ³⁾	2009/2021	1,7	2,6	223,0	80,5	58,7	3,61	- 1,11	IL, NL, NO	33
Qualität der Publikationen ⁴⁾	2012/2019	10,96	10,69	125,3	81,7	74,2	- 0,27	0,45	NL, CH, LU	42
Hochschulranking Forschungsleistung ⁵⁾	2009/2020	47.678,5	48.714,7	62,2	35,1	17,5	0,20	1,38	CH, NL, AU	29
Patente⁶⁾										
Patentanmeldungen	2000/2018	0,1	0,2	246,0	91,6	66,9	2,83	1,53	CH, SE, DK	41
Triadische Patentanmeldungen	2000/2018	0,038	0,032	200,2	67,0	30,1	- 0,93	0,29	CH, JP, SE	40
Super-Patente	2000/2018	1,1	1,6	231,5	92,7	70,3	2,28	3,28	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.

Fehlen für eine hohe Leistungsfähigkeit im Bereich Publikationen große forschungsstarke Universitäten oder außeruniversitäre Einrichtungen, so fehlen für die Leistungsfähigkeit im Bereich der "triadischen Patente" (Anmeldungen bei den Patentämtern der EU, der USA und Japans) große heimische

innovationsintensive Unternehmen etwa in der Pharma- oder Computerindustrie¹³⁾. Gemessen an der Zahl der Patentanmeldungen nur beim Europäischen Patentamt weist Österreich jedoch einen positiven Trend auf, der der durchschnittlichen Performance der führenden Innovationsländer nahekommt.

¹³⁾ Die Anmeldung an drei großen Patentämtern weist auf eine besonders große potentielle kommerzielle Bedeutung triadischer Patente hin, die die hohen Kosten

solcher Anmeldungen rechtfertigt (Unterlass et al., 2013).

Auch Österreichs Leistungsfähigkeit im Bereich der technologisch besonders bedeutsamen "Super-Patente" (Reinstaller &

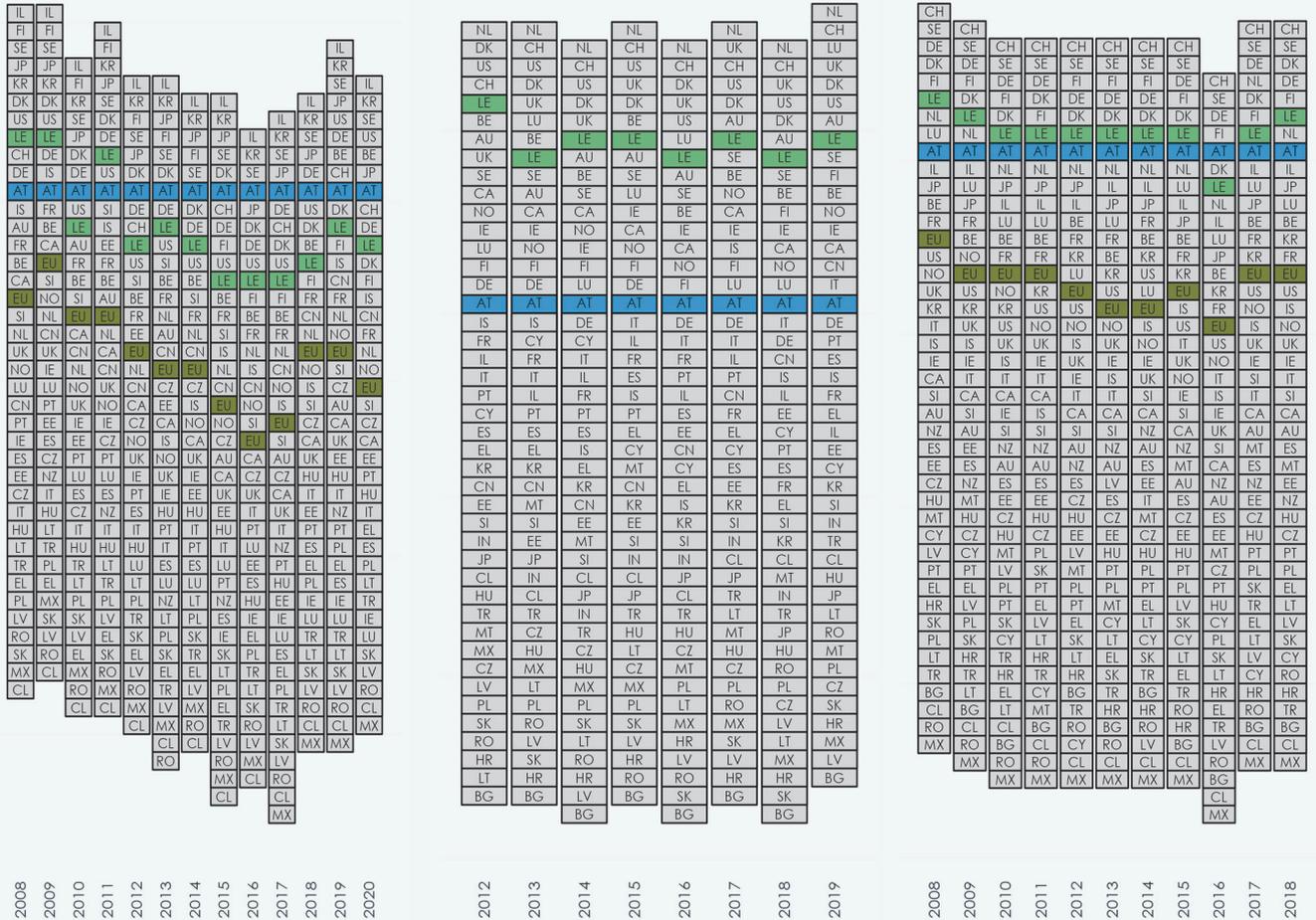
Reschenhofer, 2017) übersteigt in den letzten Jahren deutlich den EU-Durchschnitt.

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 2022; Weltbank; WIFO-Berechnungen. LE . . . Durchschnitt der führenden Innovationsländer.

Zu den jeweiligen Top 3 gehört sowohl in Bezug auf Publikationen als auch auf Patente sehr 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 voranliegen. Die USA zählen relativ zur Landesgröße nicht zu den Top 3, würden jedoch in einer nicht größenskalierten 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 diskutiert (Janger & Kügler, 2018; OECD, 2018). Abbildung 5 zeigt einen Input-Indikator, die F&E-Quote, im Vergleich mit der Entwicklung der Zahl der Patentanmeldungen und der Qualität der Publikationen (ein Vergleich mit der Zahl der Publikationen würde ein ähnliches Ergebnis liefern). In Bezug auf die F&E-Quote holte Österreich deutlich auf, wenngleich es in den letzten Jahren von Belgien überholt wurde. Weniger kräftig war der Aufholprozess hinsichtlich der Zahl der Patentanmeldungen. In Bezug auf die Qualität der Publikationen war zuletzt sogar ein Positionsverlust zu verzeichnen. Andere Indikatoren würden ein teils anderes Bild ergeben, z. B. die Zahl der triadischen Patente ein schlechteres als die der EPA-Anmeldungen, die Zahl der ERC-Grants ein besseres als die Qualität der Publikationen insgesamt.

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

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).

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 und Einwohnerinnen
Zahl der ERC-Grants	Output	European Research Council	Zahl der ERC-Grants je Einwohner und Einwohnerin
Qualität der Publikationen	Output	European Innovation Scoreboard	Zahl der Publikationen unter den meistzitierten 10% weltweit
Hochschulranking Forschungsleistung	Output	CWTS-Leiden-Ranking 2022, 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 und Einwohnerinnen, gewichtet mit den Ranggruppen: je besser die Ranggruppe, desto höher das Gewicht)
Patente			
Patentanmeldungen	Output	PATSTAT, Frühling 2022; Weltbank; WIFO-Berechnungen	Patentanmeldungen am EPA nach Wohnsitz des Erfinders bzw. der Erfinderin, je 1.000 Einwohner und Einwohnerinnen
Triadische Patentanmeldungen	Output	PATSTAT, Frühling 2022; Weltbank; WIFO-Berechnungen	Patentanmeldungen an EPA, JPO und USPTO nach Wohnsitz des Erfinders bzw. der Erfinderin, je 1.000 Einwohner und Einwohnerinnen
Super-Patente	Output	PATSTAT, Frühling 2022; 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 demnach dazu eingesetzt werden, in bestehenden Branchen auf der "Qualitätsleiter" höher zu steigen, etwa durch eine Modernisierung der Produkte oder eine Steigerung des Technologiegehaltes¹⁴). Neues Wissen kann aber auch das Wachstum wissensintensiver Branchen bewirken, etwa von innovationsintensiven Start-ups.

Österreichs Industriestruktur war bisher von einer Spezialisierung auf traditionellere, weniger innovationsintensive Branchen geprägt. Dies wurde auch als österreichisches Paradoxon bezeichnet (makroökonomischer Erfolg etwa gemessen an Einkommen und Produktivität in "alten Strukturen"; Janger, 2012; Peneder, 2001). Erfolgreiches Upgrading ist ein Erklärungsansatz für diese Beobachtung.

¹⁴) So entwickelte sich etwa die voestalpine aufgrund des intensiven Einsatzes von Forschung, Entwicklung

Umgekehrt ist in Österreich der Strukturwandel in Richtung wissensintensiver Aktivitäten seit jeher nur schwach ausgeprägt, mit einer auch im europäischen Vergleich schwachen Dynamik innovationsintensiver Jungunternehmen.

Nach aktuellen Zahlen zur Exportqualität und -komplexität zählt Österreich im Bereich Upgrading weiterhin zur Spitze. Die Exportkomplexität ist in Österreich sogar höher als in den führenden Innovationsländern, die Exportqualität zwar knapp niedriger, aber mit nur geringem Abstand zu den weltweiten Top 3 (Deutschland, Finnland, Schweden). Allerdings könnte in manchen Bereichen das Ende der Qualitätsleiter erreicht sein. 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).

Die Indikatoren für Strukturwandel zeigen ein sehr gemischtes Bild. In früheren Jahren stand als Indikator der Anteil von schnell

und Innovation von einem traditionellen Stahlhersteller zu einem Technologiekonzern.

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 Monitor¹⁵⁾ zeigt auf der Basis von Primärrecherchen eine positive Dynamik, leider fehlen aber internationale Vergleiche. Die Risikokapitalintensität als Inputindikator der Start-up-Dynamik ist in Österreich jedoch weiter unterdurchschnittlich (Kapitel 2), wengleich zwei Unternehmen (Bitpanda und GoStudent) 2021 sehr hohe Investitionsrunden erzielen konnten.

Abbildung 6: Indikatoren zur Leistungsfähigkeit in der Wissensverwertung

Normierte Werte, jeweils letztverfügbares 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	Innovationsführende Länder	Top 3	In % p. a.	Differenz zu den innovationsführenden Ländern in Prozentpunkten		
Innovationswirkung Upgrading										
Exportqualität ²⁾	2010/2020	80,0	82,7	125,4	99,3	93,7	2,63	4,77	DE, FI, SE	28
Exportkomplexität ³⁾	2007/2020	1,6	1,6	140,9	115,4	76,6	0,26	0,56	JP, CH, KR	42
Innovationswirkung Strukturwandel										
Wissensintensität Export ²⁾	2005/2020	55,3	57,6	110,4	109,4	78,7	2,30	1,38	KR, JP, SK	41
Innovationsintensive Branchen ²⁾	2008/2019	0,3	0,3	108,4	114,5	65,2	0,01	0,05	CL, KR, IE	41
Beschäftigung in wissensintensiven Branchen ⁴⁾	2014/2021	14,7	15,3	98,3	83,9	61,4	0,60	- 1,02	IL, LU, IE	32
Innovationsintensiver Dienstleistungsexport ²⁾	2010/2020	73,6	76,7	102,6	99,1	81,4	3,19	2,88	LU, CY, EL	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.

Mit Ausnahme des Beschäftigtenanteils in wissensintensiven Branchen zeigen sämtliche Indikatoren einen leicht ansteigenden Trend und liegen über dem EU-Durchschnitt. Über den Werten der führenden Innovationsländer liegt Österreich beim Anteil innovationsintensiver Branchen. Indikatoren zum Strukturwandel sind jedoch durch die Integration in internationale Wertschöpfungsketten teils

stark verzerrt. So zählt die Produktion von Automotoren in Ungarn statistisch als Hightech-Aktivität, auch wenn das Know-how zumindest teilweise aus Deutschland stammt (Janger, Schubert et al., 2017), weshalb Ungarn manchmal zu den Top 3 zählt.

¹⁵⁾ <https://austrianstartupmonitor.at/>.

Die Wissensverwertung ist leistungsfähig im Bereich des Upgrading, des Vorstoßes in höhere Qualitätssegmente bestehender Branchen. Der Strukturwandel etwa durch innovationsintensive Neugründungen bleibt begrenzt.

Wie eingangs erläutert, sind nicht nur ökonomische Aspekte der Wissensverwertung wichtig, sondern auch gesellschaftliche Problemlösungen etwa für Umweltschutz und Klimawandel; die ökonomische Wissensverwertung wurde zudem branchenunabhängig, ohne thematischen Schwerpunkt dargestellt, obwohl die Umwälzungen in einigen Branchen viel schneller erfolgen als in anderen. Hier 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.

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).

5. Schlussfolgerungen

Österreich liegt in einem Vergleich von Indikatoren für die Wissensproduktion und -verwertung zwar über dem Durchschnitt der EU, aber in der Regel hinter den führenden Innovationsländern und deutlich hinter den weltweiten Top 3.

Die Ergebnisse der vorliegenden Analyse der internationalen Leistungsfähigkeit Österreichs in der Wissensproduktion und -verwertung sowie zentraler Bestimmungsfaktoren sind mit Vorsicht zu betrachten: Die Indikatoren eignen sich unterschiedlich gut für robuste Einschätzungen. Für die Bestimmungsfaktoren 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 Indikatoren liegen für die kodifizierte Produktion von Wissen vor, nicht jedoch für den Aufbau von implizitem Wissen. Indikatoren für die Wissensverwertung leiden unter Verzerrungen, die sich aus der Einbindung der Produktion in internationale Wertschöpfungsketten ergeben. Aus Platzgründen wurde nur auf Publikationen zu thematisch spezifischen Bereichen wie z. B. Umweltschutz oder Digitalisierung verwiesen¹⁶⁾.

Weiters ist unsicher, wie sich die COVID-19-Pandemie auf die Wissensproduktion und -verwertung ausgewirkt hat. Grund-

sätzlich dämpfen Krisen bzw. Rezessionen die F&E-Aktivitäten von Unternehmen, die in der Regel prozyklisch agieren (Friesenbichler et al., 2020; Reinstaller, 2020a). Demgemäß deuten WIFO-Befragungsergebnisse auf ein Aufschieben von Investitionen und einen Rückgang von Produkteinführungen hin (Reinstaller, 2021). Wie rezente Untersuchungen zeigen, ging die Unternehmensfinanzierung von F&E 2020 zurück (Reinstaller, 2022), während die öffentliche Finanzierung kontraproduktiv anstieg. Die Unternehmensausgaben könnten sich daher stabil entwickelt haben. Für das Jahr 2021 deuten Ergebnisse des WIFO-Konjunkturtests (Reinstaller, 2022) auf Aufholeffekte hin, während die Ergebnisse der Gemeinschaftlichen Innovationsumfrage 2020 von Statistik Austria auf eine Verschlechterung bei einigen Innovationsindikatoren hinweisen. Ein klares Bild wird erst mit der Veröffentlichung der F&E-Erhebung 2021 (im Juli 2023) und der Gemeinschaftlichen Innovationserhebung 2022 (im Jahr 2024) vorliegen. In bestimmten Branchen (z. B. Pharma, Medizintechnik) könnten aber die positiven Auswirkungen der COVID-19-Krise überwiegen.

Zudem ist quer über alle Sektoren mit einem Digitalisierungsschub zu rechnen, der ange-

¹⁶⁾ Eine ausführliche Diskussion von Messproblemen sowie zusätzliche Indikatoren aus vielen Bereichen präsentieren Janger und Strauss-Kollin (2020).

sichts der Defizite Österreichs in diesem Bereich zu begrüßen wäre (Hözl et al., 2019). Das größte Risiko für die Leistungsfähigkeit des österreichischen Innovationssystems geht wohl von dauerhaften Kompetenzverlusten bzw. Bildungsrückständen aus, die besonders sozioökonomisch benachteiligte Schüler und Schülerinnen 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 COVID-19-Pandemie entstandenen Lernrückstände aufzuholen, sind daher dringend notwendig. Belastbarere Evidenz zu eingetretenen Bildungsrückständen wird wohl erst Ende 2023 mit der Veröffentlichung der PISA-Ergebnisse für 2022 vorliegen.

Die Auswirkungen des Ukraine-Krieges werden mit hoher Wahrscheinlichkeit zu weiteren Problemen für das österreichische Innovationssystem führen. Die steigende Unsicherheit und eine drohende Rezession dürften erneut prozyklisch negative Wirkungen auf F&E- und Innovationsentscheidungen erzeugen. Zudem wird die hohe Teuerung den realen Effekt der öffentlichen F&E-Finanzierung stark reduzieren, wenn die Budgets nicht entsprechend angehoben werden. Dies könnte besonders wissenschaftliche Nachwuchskräfte mit befristeten Verträgen treffen. Ähnlich wie die COVID-19-Pandemie einen Digitalisierungsschub auslöst, könnte der Ukraine-Krieg jedoch einen dringend notwendigen Umweltinnovationsschub auslösen, 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, technologische und Ressourcen-Souveränität werden deshalb die FTI-politische Diskussion der nächsten Jahre wesentlich prägen.

Trotz der genannten Einschränkungen der Aussagekraft der gezeigten Indikatoren kann Österreichs Leistungsfähigkeit in den unterschiedlichen Bereichen vereinfacht über dem Durchschnitt der EU, meist unter dem Durchschnitt der führenden Innovationsländer laut EIS (Belgien, Dänemark, Finnland, Niederlande und Schweden) und weit unter dem Durchschnitt der weltweit 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.

In oder knapp an den Top 3 liegt Österreich nur in Bezug auf die Bestimmungsfaktoren

(Unternehmensausgaben, öffentliche Finanzierung von F&E, Ausgaben je Schüler oder Schülerin im Sekundarbereich sowie Kooperation zwischen Unternehmen und Hochschulen für Innovation). In der Wissensproduktion und -verwertung selbst besteht dagegen teils noch deutliches Aufholpotential zu den 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 Einrichtungen, deren Leistung auf die für Österreich insgesamt aggregierten Indikatoren durchschlagen würde. Ebenso gilt dies für den Unternehmensbereich, in dem historisch einerseits große Hightech-Unternehmen mit einer entsprechend intensiven Wissensproduktion und -verwertung und andererseits eine breitere Masse an innovationsintensiven Start-ups fehlen, selbst wenn es erfolgreiche Neugründungen in Österreich gibt.

Vorschläge für Maßnahmen zur Leistungssteigerung etwa in den Bereichen Exzellenz in der Forschung und Verfügbarkeit von Risikokapital gibt es bereits¹⁷⁾. Eine prioritäre Umsetzung solcher Maßnahmen könnte sich auf Österreichs Leistungsfähigkeit in der Wissensproduktion und -verwertung positiv auswirken. Auch von Synergien ist auszugehen, da etwa exzellente Forschungseinrichtungen talentierte Studierende und Forschende anziehen, die dann wiederum in Unternehmen arbeiten oder diese auch selbst gründen – ein typisches Phänomen auf regionaler Ebene (Abel & Deitz, 2011; Astebro & Bazzazian, 2011; Belderbos et al., 2014).

Dass es in Österreich gelungen ist, so hohe Mittel für F&E bereitzustellen, ist zweifellos ein großer Erfolg. Im Vereinigten Königreich etwa war die F&E-Quote im Jahr 1995 mit 1,6% des BIP höher als in Österreich (1,5%). Nach den jüngsten Zahlen liegt sie im Vereinigten Königreich heute bei 1,8% (2019), in Österreich bei 3,2% (2020). Ein wesentlicher Faktor für diese Divergenz war die unterschiedliche Performance der Sachgütererzeugung. Mit höheren Fördermitteln wurden etwa Probleme wie die Ende der 1990er-Jahre diagnostizierte Kooperationsschwäche (Stampfer, 2000) adressiert, die so heute nicht mehr besteht – im Gegenteil, Österreich wurde zum Kooperationsspitzenreiter. Wie die Analyse der Leistungsfähigkeit im internationalen Vergleich jedoch deutlich macht, kann die Steigerung der F&E-Mittel allein nicht alle Probleme lösen. Mechanismen zur effizienten Allokation solcher Mittel spielen eine große Rolle; das für den Nachwuchs zentrale Bildungssystem erbringt trotz hohen Mitteleinsatzes nur durchschnittliche Leistungen. Die zu geringe Start-up-Dynamik ist ein Ergebnis unterschiedlicher Faktoren,

¹⁷⁾ Siehe dazu z. B. (Gasler & Sellner, 2015; Janger, 2019; Keuschnigg & Sardadvar, 2019; Peneder, 2013).

etwa der mangelnden Verfügbarkeit von Risikokapital und hochqualifizierten Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen, der Kapitalmarkt- und Produktmarktregulierung usw. Insgesamt sind Wissensproduktion und Wissensverwertung das Ergebnis des Zusammenspiels vieler Faktoren, die bei der Planung und Umsetzung einer Strategie zur Leistungssteigerung entsprechend bedacht werden sollten. Die

reine Leistungssteigerung ohne Blick auf die Richtung, mit der Anstrengungen erfolgen, greift zudem angesichts der weltweiten Herausforderungen wohl zu kurz. Insbesondere Umweltschutz und Digitalisierung erfordern verstärkt den Einsatz gerichteter, themenspezifischer Instrumente, um die Leistung zu verbessern.

6. Literaturhinweise

- Abel, J. R., & Deitz, R. (2011). Do colleges and universities increase their region's human capital? *Journal of Economic Geography*, 11(2), 199-220.
- 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>.
- 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=z0ko3n94DgZhVvQSa7HJT29KLwM>.
- 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/puid/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.
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung – BMBWF, Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie – BMK, Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort – BMDW (2021). *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., Bachtrögl, 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-Slamani, 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. S., Bilek-Steindl, S., & Glocker, C. (2021). Österreichs Investitionsperformance im internationalen und sektoralen Vergleich. Erste Analysen zur COVID-19-Krise. WIFO. <https://www.wifo.ac.at/www/pubid/67163>.
- Friesenbichler, K. S., Janger, J., Kügler, A., & Reinstaller, A. (2020). Auswirkungen der COVID-19-Pandemie auf die Forschungs- und Innovationsaktivität. WIFO. <https://www.wifo.ac.at/www/pubid/66049>.
- Gassler, H., & Sellner, R. (2015). Risikokapital in Österreich. Ein Flaschenhals im österreichischen Innovationssystem? *IHS Policy Brief*, (10).
- 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.
- Hölzl, 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>.
- Hölzl, 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>.
- 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., & Kügler, A. (2018). *Innovationseffizienz. Österreich im internationalen Vergleich*. WIFO. <https://www.wifo.ac.at/www/pubid/61111>.
- Janger, J., & Strauss-Kollin, A. (2020). *Die Leistungsfähigkeit des österreichischen Innovationssystems*. WIFO. <https://www.wifo.ac.at/www/pubid/66555>.
- 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., 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>.
- Keuschnigg, C., & Sardadvar, S. (2019). *Wagniskapital zur Finanzierung von Innovation und Wachstum*. WPZ – Wirtschaftspolitisches Zentrum.
- 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 (2022). *Bericht zur wissenschaftlichen und technologischen Leistungsfähigkeit Österreichs*. <https://fti-monitor.rfte.at/docs/pdf/L100011.pdf>.
- 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. (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. (2021). COVID-19-Krise dämpft die Innovationstätigkeit österreichischer Unternehmen. Ergebnisse des WIFO-Konjunkturtests vom Dezember 2020. *WIFO-Monatsberichte*, 94(2), 127-138. <https://monatsberichte.wifo.ac.at/66921>.
- Reinstaller, A. (2022). *Auswirkungen der COVID-19-Pandemie auf die Innovationsfähigkeit von Unternehmen in Österreich*. WIFO. <https://www.wifo.ac.at/www/pubid/69398>.
- 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., & 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. (2021). 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).