

Gutachten

September 2020

Forschungspolitik in Österreich

Zentrale Ansatzpunkte für eine Leistungssteigerung in der Grundlagenforschung

Jürgen Janger
Thomas König

Unter Mitarbeit von
Anna Strauss-Kollin, Andreas Huber

Studie im Auftrag des BMBWF



INSTITUT FÜR HÖHERE STUDIEN
INSTITUTE FOR ADVANCED STUDIES
Vienna

Autoren

Jürgen Janger, Thomas König

Mitarbeitende

Anna Strauss-Kollin, Andreas Huber

Begutachter

Benjamin Bittschi, Andreas Reinstaller, Richard Sellner

Lektorin

Karin Lederer (<http://korrektor.at/>)

Titel

Forschungspolitik in Österreich: Zentrale Ansatzpunkte für eine Leistungssteigerung in der Grundlagenforschung

Kontakt

T +43 1 59991-164

E koenig@ihs.ac.at

Institut für Höhere Studien – Institute for Advanced Studies (IHS)

Josefstädter Straße 39, A-1080 Wien

T +43 1 59991-0

F +43 1 59991-555

www.ihs.ac.at

ZVR: 066207973

Die Publikation wurde sorgfältig erstellt und kontrolliert. Dennoch erfolgen alle Inhalte ohne Gewähr. Jegliche Haftung der Mitwirkenden oder des IHS aus dem Inhalt dieses Werks ist ausgeschlossen.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Beruhend auf drei unterschiedlichen Begründungsansätzen für öffentliche FTI-Politik schlägt das Gutachten drei Zieldimensionen der Leistungsfähigkeit eines FTI-Systems mit Schwerpunkt auf der Grundlagenforschung vor: die Qualität der Forschungsleistung, die Wirkung der Forschung (Nutzung des Wissens für wirtschaftlich-gesellschaftliche Anwendungen) sowie die Richtung der Forschung.

Eine Kurzanalyse der Performance in diesen drei Dimensionen zeigt

- Das Aufholpotenzial in der Qualität der Forschungsleistung (gemessen an Publikationen);
- Bezüglich der Wirkung oder bezüglich der Funktion von unterschiedlichen Mechanismen, wie Grundlagenforschung zu Wertschöpfung führt oder Problemlösungen erreicht: eine sehr hohe Kooperationsintensität zwischen Wissenschaft und Wirtschaft, allerdings ein gering ausgeprägtes Gründungsgeschehen (innovative Start-ups als ein Kanal, um neues Wissen z. B. in Wertschöpfung überzuleiten);
- Ein eher themenoffenes FTI-System, das *bottom-up* auf Nachfrage der FTI-AkteurInnen unterstützt, aber weniger selbst versucht, die Richtung der Forschungsanstrengungen der FTI-AkteurInnen zu beeinflussen.

In den drei Zieldimensionen werden mögliche Hebel diskutiert, um die Leistung zu steigern – konkret für die Steigerung der Forschungsqualität eine Erhöhung der Finanzierung. Österreich weist im Gesamtsystem (Hochschulen und außeruniversitäre akademische Forschungseinrichtungen) keine stark unterdurchschnittliche Finanzierung auf, im Vergleich einzelner internationaler Spitzen-Forschungseinrichtungen mit österreichischen Einrichtungen zeigen sich aber nach wie vor teils beträchtliche Unterschiede. Alle Einrichtungen Österreichs auf solche Niveaus zu heben, rein aus öffentlichen Mitteln, wäre sehr aufwändig. Wenn die FTI-Politik (mehr) heimische Spitzeneinrichtungen anstrebt, wäre eine Konzentration von Mittelsteigerungen über Allokationsmechanismen, die nach Forschungsqualität differenzieren können, ein gangbarer Weg.

Auch strukturelle Aspekte außerhalb der Finanzierung können Beiträge für Leistungssteigerungen leisten, wie z. B. breiterer Einsatz von *Tenure-Track*-Stellen und Doktoratschulen (beziehungsweise mehr DoktorandInnen mit Anstellungsverhältnis) sowie eine Expansion des FH-Sektors, um Lehraufgaben an Universitäten in Massenfächern auf ein Maß zu bringen, das mit exzellenter Forschung kompatibel ist.

Um die Wirkung der Forschung auf Wirtschaft und Gesellschaft sicherzustellen, ist a priori kein weiterer Ausbau von Kooperationsförderung notwendig. Für dieses Ziel wäre

eine Verbesserung des Gründungsgeschehens und der Wachstumsdynamik innovativer Start-ups wertvoll, die ihrerseits von einer Steigerung der Forschungsqualität profitieren und von Praxismodulen wie z. B. „Entrepreneurship Skills“ in Doktoratsschulen.

Wenn eine stärker richtungslenkende Forschungsförderung FTI-politisches Ziel ist, wäre zum einen die insgesamt stark nachfrageorientierte („*bottom-up*“-geprägte) Forschungsfinanzierung um Elemente thematischer Programmforschung zu ergänzen; dabei muss aber betont werden, dass die wettbewerbliche Bottom-up-Förderung in der Grundlagenforschung insgesamt niedrig dotiert ist. Zum anderen wäre es notwendig, einen neuen Governance-Ansatz zu etablieren, in dem die Grundlagenforschung allerdings nur ein Baustein wäre. Synergien im Kontext der europäischen Forschungspolitik könnten insbesondere dort, wo missionsorientierte Innovationspolitik auch in Österreich etabliert wird (etwa im Bereich der Digitalisierung oder der Klima- und Energiepolitik), genutzt werden; positiv könnte sich auch auswirken, dass es da, wo es um die Suche nach Antworten auf gesellschaftliche Herausforderungen geht, auch zu einem höheren Stellenwert von Grundlagenforschung in der Gesellschaft und zu einer erhöhten Akzeptanz von Forschungspolitik kommt. Allerdings ist auf die möglichen negativen Trade-offs bezüglich potentiell verminderter Forschungsqualität hinzuweisen.

Abstract

This report assesses the performance of the Austrian research system against three complementary policy objectives, with a focus on basic research. The three objectives or dimensions are performance in terms of research quality, the socio-economic impact of research, and the direction of research to address challenges. For all three dimensions, the report attempts to identify areas for improvement and discusses – based on recent literature as well as international comparisons – starting points on how performance could be improved.

Key words: Basic Research, Science and Innovation Policy, Innovation, Austria, Performance

Schlagwörter: Grundlagenforschung, FTI-Politik, Innovation, Österreich, Forschungsleistung

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung der Ergebnisse.....	3
Abstract.....	4
1 Einleitung.....	6
2 Analyserahmen: Zieldimensionen der FTI-Politik.....	9
2.1 Drei Interventionslogiken.....	9
2.2 Dimensionen der Leistungsfähigkeit bei FTI-Aktivitäten.....	12
3 Kurzanalyse der Leistungsfähigkeit des FTI-Systems Österreichs mit Schwerpunkt auf der Grundlagenforschung.....	15
4 Mögliche Hebel zur Steigerung der Leistungsfähigkeit im FTI-System mit Schwerpunkt Grundlagenforschung.....	18
4.1 Qualität der Forschungsleistung.....	18
4.1.1 Finanzierung.....	18
4.1.2 Allokationsmechanismen der Finanzierung der Grundlagenforschung.....	23
4.1.3 Strukturelle Aspekte zur Leistungssteigerung außerhalb der Finanzierung.....	33
4.2 Wirkung der Grundlagenforschung steigern.....	36
4.2.1 Wirkungsorientierung in der Forschungsförderung.....	37
4.2.2 Kooperation Wissenschaft Wirtschaft.....	39
4.2.3 Eigene Kommerzialisierung.....	39
4.2.4 Mobilität Wissenschaft Wirtschaft.....	40
4.3 Richtung der Grundlagenforschung lenken.....	42
4.3.1 Kennzeichen soziotechnologischer Transformationspolitik.....	42
4.3.2 Elemente gerichteter Grundlagenforschung in Österreich.....	43
5 Schlussfolgerungen.....	49
6 Verzeichnisse.....	52
6.1 Abbildungsverzeichnis.....	52
6.2 Tabellenverzeichnis.....	54
6.3 Literaturverzeichnis.....	55
7 Anhang.....	61
7.1 Anhang Abbildungen.....	62
7.2 Anhang Texte.....	64
7.2.1 Annahmen bezüglich des Anteils der Grundlagenforschung.....	64
7.2.2 Auswirkung eines konstanten Finanzierungspfads der direkten Bundesfinanzierung von F&E auf die F&E-Quote.....	65
7.3 Anhang Tabellen.....	68

1 Einleitung

Österreichs Ausgaben für Forschung und Entwicklung haben sich seit der Finanzkrise beziehungsweise seit 2010 weiter beeindruckend entwickelt. Von einem Anteil am Brutto-Inlandsprodukt von ca. 2,7 auf ca. 3,2 Prozent ist die F&E-Quote bis 2019 weiter um fast ein halbes Prozentpunkt gestiegen und liegt nunmehr an fünfter beziehungsweise sechster Stelle weltweit (je nachdem, ob Taiwan eingerechnet wird oder nicht). In nominellen Zahlen legten die jährlichen Ausgaben um mehr als 50 Prozent von rund 8 Mrd. € im Jahr 2010 auf 12,6 Mrd. € im Jahr 2019 zu.

Der erfolgreiche Aufholkurs im Bereich der investierten Mittel ging allerdings nicht in gleichem Maße mit einer Steigerung der Leistungsfähigkeit des FTI-Systems einher. So wurde das übergeordnete Ziel der FTI-Strategie des Bundes (Österreichische Bundesregierung 2011) – bis 2020 unter den sogenannten „Innovation Leaders“ zu sein, also jenen Ländern, die auf Basis des European Innovation Scoreboard, eines Mixes an Input- und Output-Indikatoren, zu den Besten gehören – bislang nicht erreicht. Auch wenn man dem European Innovation Scoreboard (und vergleichbaren Indikatorsystemen) mit einiger Berechtigung skeptisch gegenüberstehen darf,¹ so hat eben doch auch ein auf gründlicher Analyse beruhender OECD-Innovations-Länderbericht (OECD 2018) zu Österreich von 2018 deutlich gemacht, dass in Österreich inzwischen zwar verhältnismäßig viel Geld in Forschung und Entwicklung investiert wird, dass aber die Resultate im internationalen Vergleich noch nicht diesem Aufwand entsprechen.

Damit wird die Notwendigkeit eines Umdenkens der FTI-Politik deutlich. So ist der genannte OECD-Bericht von 2018 übertitelt mit „From Inputs to Impact“ – er signalisiert also, dass sich die österreichische FTI-Politik von der Konzentration auf die FTI-Intensität gemessen am Anteil der F&E-Ausgaben am BIP hinwenden muss zu einer Konzentration darauf, wie die Resultate verbessert werden können, die aus solchen Investitionen folgen.

Im Licht dieser Analyse und des Umdenkens ist das vorliegende Gutachten entstanden. Die Kernfrage, welche das Gutachten beantworten möchte, lautet: Wie kann die österreichische FTI-Politik zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit im Bereich der Grundlagenforschung beitragen? Wenn wir von Leistungsfähigkeit eines FTI-Systems sprechen (und Möglichkeiten der Steigerung anstreben), so können durchaus unterschiedliche Erwartungen gemeint sein. Welche Art von Leistungsfähigkeit gewünscht ist, hängt von der Zielsetzung ab, welche die staatliche Unterstützung von FTI-Aktivitäten verfolgt, und ist mithin eine politische Entscheidung. Verschiedene Arten von Leistungsfähigkeit zu unterscheiden ist wichtig, um zu vermeiden, dass – um bildlich zu sprechen – Kraut und

¹ Siehe etwa Edquist et al. (2018)

Rüben verwechselt werden. Zugleich kann eine analytische Unterscheidung von verschiedenen Arten auch für die Politik zu mehr Klarheit darüber führen, was eigentlich gewollt wird.

Woran lässt sich das Verbesserungspotenzial eines FTI-Systems überhaupt identifizieren? Wir machen im folgenden Abschnitt einen Vorschlag für einen Analyserahmen, der es erlaubt, aus dreierlei Perspektive aufs FTI-System zu blicken und dessen Optimierungspotenzial auch in vergleichender Weise zu identifizieren. Hier seien aber zwei quasi methodisch-konzeptionelle Hinweise erlaubt. Erstens: Nationale Innovationssysteme sind historisch gewachsen und komplex und unterscheiden sich zum Teil stark voneinander (Nelson 1993). Deshalb ist es wenig sinnvoll, auf systemischer Ebene eine „Best Practice“-Vorlage zu suchen, der einfach zu folgen wäre. Die in der Regel recht hoch aggregierten Daten, die zur Analyse eines FTI-Systems (beziehungsweise von Teilen desselben) zur Verfügung stehen, können vergleichend eingesetzt werden; zusätzlich kann auf Detailstudien zurückgegriffen werden.

Außerdem ist darauf hinzuweisen, dass FTI-Politik mehr ist als Forschungsförderungspolitik. Zwar ist die finanzielle Ressourcenausstattung ein wesentlicher Aspekt der Steuerungsmöglichkeit von staatlichen Unterstützungen der FTI-Aktivitäten, aber gerade wenn über die Verbesserung der Leistungsfähigkeit gesprochen wird, so sind hier auch noch jene anderen Komponenten zu berücksichtigen, welche das System komplex werden lassen: die Verteilung von Mitteln in verschiedenen Sektoren, die Frage der eingesetzten Instrumente und Regularien, und weitere systemische Aspekte.

Die Analyse von Schwachstellen des FTI-Systems benötigt also einen robusten Analyserahmen, um das Optimierungspotenzial des österreichischen FTI-Systems im Bereich der Grundlagenforschung aufzeigen zu können. Dazu wird zunächst stipuliert, dass sich drei Logiken unterscheiden lassen, die eine Intervention des Staates in Hinsicht auf Forschung, Technologie und Innovation rechtfertigen können. Diese drei Dimensionen werden im folgenden Abschnitt (2) unter Rückgriff auf innovationsökonomische Literatur zu FTI-Politik entwickelt und hinsichtlich ihres historischen Entstehungskontexts in Relation gesetzt und sodann in drei Zieldimensionen übergeleitet, in denen Resultate gemessen und verglichen werden können: die Leistung des FTI-Systems (in Hinblick auf Quantität und Qualität der Wissensproduktion), die Wirkung (in Hinblick auf wirtschaftliche und gesellschaftliche Wissensnutzung), und die Richtung (in Hinblick auf gesellschaftliche Prioritäten und Herausforderungen – wo soll Wissensproduktion gefördert, das Wissen angewendet werden?).

Im nächsten Abschnitt (3) wird auf Basis dieses Analyserahmens eine kurze Analyse des FTI-Systems in Österreich mit Schwerpunkt auf der Grundlagenforschung unternommen. Es wird dabei – basierend auf internationalen Daten im Vergleich mit anderen Staaten,

welche im Rang eines „Innovation Leaders“ sind – auch beschrieben, wo sich spezifische Optimierungspotenziale des österreichischen FTI-Systems festmachen lassen.

Der letzte Abschnitt des Gutachtens (4) diskutiert sodann mögliche Hebel in jeder Dimension unter der Voraussetzung, dass die FTI-Politik hier tatsächlich auch eine Zielsetzung verfolgt. Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass es dabei durchaus auch Hebel geben kann, die in der einen Dimension Sinn machen, in einer anderen Dimension aber nicht zweckdienlich sind beziehungsweise vielleicht sogar dämpfend wirken könnten. Es ist eben die Natur einer politischen Entscheidung, hier die Prioritäten zu setzen.

Anders als viele andere Studien, die das FTI-System Österreichs regelmäßig und in vielen einzelnen Aspekten analysieren² – und zwar in einem umfangreicheren Ausmaß als es in diesem Gutachten möglich gewesen wäre – versteht sich der vorliegende Text als eine möglichst kurz gehaltene Diskussion über Anpassungen möglicher Hebel für eine Leistungssteigerung der Grundlagenforschung, die einer politischen Entscheidung bedürfen. Eines ist dabei generell vorzuschicken: Gleichgültig um welche Interventionslogik es sich handelt und gleichgültig welche Zieldimensionen für die politischen Weichenstellungen einer zukünftigen FTI-Politik zugrunde gelegt werden, die Grundlagenforschung bleibt besonders abhängig von der staatlichen Förderung.

² Siehe etwa Rat für Forschung und technologische Entwicklung (2019a); Bundesministerien (2019).

2 Analyserahmen: Zieldimensionen der FTI-Politik

Forschung, technologische Entwicklung und Innovation werden gemeinhin als entscheidend für den Wohlstand einer Nation angesehen. Warum aber sollen Staaten (beziehungsweise allgemeiner: die öffentliche Hand) in FTI intervenieren; warum sollen sie gleichermaßen investieren und regulativ eingreifen? Entscheidend ist hier für uns zunächst festzustellen, welche Interventionslogiken diesen Aktivitäten zugrunde liegen. Hier ist nicht der Platz für eine umfassende Besprechung der existierenden Überblicksliteratur dazu; im Folgenden werden drei Interventionslogiken skizziert, die dem Einordnungsversuch von Schot und Steinmueller (2018b) folgen.³ Dabei wird im nächsten Abschnitt zunächst jede Interventionslogik auf Basis von drei Aspekten untersucht: erstens, welche Rechtfertigung gibt sie hinsichtlich der Notwendigkeit zu einer FTI-Politik; zweitens, auf welche Kernstrategie beruft sie sich; und drittens, was ist ihre Zielsetzung. Im darauffolgenden Abschnitt erfolgt eine kritische Würdigung jeder Interventionslogik. Schließlich wird im dritten Abschnitt dargelegt, welche spezifischen Dimensionen sich für die Analyse des österreichischen FTI-Systems ergeben.

2.1 Drei Interventionslogiken

Die erste der drei Interventionslogiken, der Ansatz des Marktversagens bei F&E-Aktivitäten, die sich in der (größtenteils ökonomischen) wissenschaftlichen Auseinandersetzung dazu herauskristallisiert haben, argumentiert, dass neues Wissen grundlegend für Innovation und Innovation wiederum grundlegend für ökonomisches Wachstum ist. Die Erträge aus Investitionen in Wissensproduktion lassen sich meist jedoch nicht vollständig durch das sie tätige Unternehmen aneignen, da Wissen sich im Gebrauch nicht abnutzt und meist nur unvollständig schützen oder geheim halten lässt. Damit profitiert in der Regel auch die Gesellschaft von der Wissensproduktion, deren soziale Erträge damit höher sind als die rein privaten Erträge, insbesondere, wenn diese noch weit von einer Kommerzialisierung entfernt ist. Grundlagenforschung mit weit entfernten Anwendungsperspektiven ist für einzelne Unternehmen mit dem Druck jährlicher Gewinnorientierung schwer zu argumentieren. Die grundlegenden ökonomietheoretischen Argumente dieses identifizierten Marktversagens machen neben einem System des

³ Durchaus ähnliche Einteilungen finden sich auch in anderen Beiträgen (Weber und Rohrer 2012; Edler und Fagerberg 2017), was die Plausibilität der Unterscheidung unterstreicht. In der Literatur finden sich noch andere Sortierungsversuche, etwa jene, die zahlreichen FTI-Instrumente, FTI-Policies und FTI-Strategien, welche in den letzten Dekaden entwickelt wurden, einzelnen Instrumenten (oder Policies) zuzuschreiben (Edler et al. 2016; Janger, Kügler, Reinstaller, Reschenhofer, et al. 2017) oder jene, die wissenschaftliche Literatur selbst in eine „amerikanische Tradition“ der quantitativ ausgerichteten Literatur zum technologischen Wandel und eine „europäische Tradition“ der auf Fallbeispiele ausgerichteten Literatur zu Innovation zu unterscheiden (Godin 2012).

Schutzes geistiger Eigentumsrechte den Einsatz von Steuergeldern für Forschung und Entwicklung erforderlich, um etwa F&E-Ausgaben von Unternehmen staatlich zu fördern (Nelson 1959; Arrow 1962).

Die zweite Interventionslogik der nationalen Innovationssysteme teilt sich mit der ersten die Sorge um wirtschaftliches Wachstum und auch, dass dafür Innovation und technologischer Wandel notwendig sind; sie unterscheidet sich aber in zwei grundsätzlichen Annahmen: zum einen konstatiert sie, dass Innovation nicht linear verläuft, und zum anderen geht sie davon aus, dass Innovationsleistung nicht das Resultat einzelner AkteureInnen ist, sondern im Zusammenwirken vieler Elemente eines Systems entsteht, wie z. B. der Grundlagenforschung an akademischen Einrichtungen, der angewandten Forschung in Unternehmen, der Ausbildung von qualifizierten Fachkräften. Systemversagen entsteht, wenn die Elemente nicht ineinandergreifen und z. B. universitär geschaffenes Wissen nicht von Unternehmen aufgegriffen wird („Wissensilos“). Interventionen zielen damit nicht auf die Subvention von F&E in einzelnen Unternehmen, sondern versuchen, die Elemente eines Innovationssystems zum Zusammenwirken zu bringen, etwa durch die Förderung der Kooperation zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Die zentrale Sorge, welche politische Eingriffe erforderlich macht, dreht sich darum, dass neues Wissen nicht automatisch auch in Wertschöpfung resultiert, eine Annahme etwa im Marktversagensmodell. Wie kann ein (potenzielles) Systemversagen verhindert werden, und somit Wissen, welches durch staatliche Intervention generiert wurde, auch in Wertschöpfung resultieren (Borrás und Edquist 2013)? Konzeptionalisiert ist diese Logik mit dem Begriff eines „nationalen Innovationssystems“ (Lundvall 2010; Nelson 1993).

Die dritte Interventionslogik unterscheidet sich von den beiden erstgenannten darin, dass sie die von diesen (implizit) geteilten Prämissen in Frage stellt; vielmehr erkennt sie darin ein Problem: Wirtschaftliches Wachstum muss (und hat) nicht per se zu sozialem Fortschritt geführt, zumindest nicht gleichmäßig; und das durch technologischen Wandel induzierte Wachstum hat vielerorts ökologische Probleme forciert. Diese Interventionslogik zielt also darauf ab, das Potenzial von Forschung, Technologie und Innovation für soziale und ökologische Herausforderungen und die langfristige Transformation von Produktions- und Konsumtionssystemen einsetzbar zu machen (Weber und Rohrer 2012; Mazzucato 2015). Dabei geht es auch um eine Systemperspektive, die aber nicht mehr einfach versucht, das Zusammenwirken bestehender Systemelemente (mit dem Ziel höhere Innovationsleistung) zu verbessern, sondern proaktiv versucht, Systeme in Richtung Nachhaltigkeit oder andere gesellschaftliche Zielsetzungen zu transformieren (Schot und Steinmueller 2018a).

Es ist kaum zufällig, dass jede Interventionslogik in einem je spezifischen Kontext entstanden ist, und es ist sinnvoll, dies zur Illustration nochmals kurz vor Augen zu führen: In den 1950er Jahren, als die erste Interventionslogik theoretisch begründet wurde, war von den USA ausgehend der Forschungssektor massiv angewachsen (Ames 1961; Machlup 1962), nicht zuletzt auch durch die Rolle von Wissenschaft im 2. Weltkrieg; zeitgenössische BeobachterInnen sprachen erstmals von der „wissenden Gesellschaft“ (Drucker 1957; Lane 1966) und das Verhältnis zwischen wissenschaftlichen Einrichtungen, Staat und Industrie veränderte sich nachhaltig (Rourke und Brooks 1966). In den Jahren starken Wachstums herrschte das lineare Innovationsmodell vor, es reichte, Grundlagenforschung in Universitäten zu finanzieren und F&E-Ausgaben von Unternehmen auf einzelbetrieblicher Ebene zu unterstützen (zu Österreich in dieser Periode siehe Pichler und Stampfer 2017). Neue Ansätze in der Innovationsförderung wie die Theorie der Nationalen Innovationssysteme entstanden nicht zuletzt vor dem Hintergrund eines stark abnehmenden Wirtschaftswachstums ab Mitte der 70er Jahre, die nach anderen Hebeln als der reinen Finanzierung von Einzelakteuren suchte. Nachdem sich die FTI-Politik in vielen Ländern etabliert hatte, war die Fülle an Instrumenten, Akteuren und Policies unübersichtlich geworden (für die USA siehe etwa Block 2008; für Österreich siehe Pichler, Stampfer, und Hofer 2007; Stampfer, Pichler, und Hofer 2010), sodass ihre Koordination neue Dringlichkeit erfuhr. Ebenso führt die Diskussion über langfristige ökologische Probleme und soziale Polarisierung (Piketty und Saez 2014) zu Ansätzen und Forderungen, Innovationsleistung staatlich zu lenken, um dadurch eine gesellschaftliche beziehungsweise wirtschaftliche Transformation zu erreichen (Mazzucato und Semienuk 2017; Borrás und Edler 2020): die Ziele dieser Ansätze beschränken sich nicht mehr einfach nur darauf, Wirtschaftswachstum zu fördern, sondern dieses auch in Einklang mit ökologischer Nachhaltigkeit und sozialer Inklusion zu bringen.

Welche Schlüsse lassen sich aus dieser knappen historischen Kontextualisierung ziehen? Erstens, jede der drei Interventionslogiken steht eng in Zusammenhang mit spezifischen Problemstellungen, mit denen sich die FTI-Politik im gegebenen historischen Zeitraum konfrontiert sah,⁴ die theoretischen Konzepte sind Antworten darauf und resultierten in zahlreichen empirischen Analysen und Befunden, die ihrerseits wiederum zu einem besseren Verständnis über die Wirkungen von FTI-Politik beitrugen. Zweitens, die drei Interventionslogiken sind nicht exklusiv, sondern komplementär. Damit soll gesagt sein, sie sind in ihrer historischen Entstehung neben die früheren getreten, haben diese aber

⁴ Dass der Entstehungskontext der theoretischen Argumentationen im Bereich der Innovationsstudien nicht zuletzt im spezifischen Legitimationsdruck zu suchen ist, staatliches Handeln (in Form von Instrumentarien und Eingriffen im Rahmen der FTI-Politik) zu rechtfertigen, wird in einigen historischen Studien näher beleuchtet (Godin 2009; Flink und Kaldewey 2018).

nicht – wie das etwa im Rahmen von wissenschaftlichen Paradigmen der Fall wäre – ersetzt. So wird Marktversagen nach wie vor als Begründung für staatliche Interventionen eingesetzt.⁵ Die Koexistenz von mittlerweile – zumindest – drei verschiedenen Interventionslogiken macht es zugleich auch so schwierig, das Feld der FTI-Politik mit ihren Instrumenten zu navigieren, und macht es notwendig, hier einen analytischen Überblick zu schaffen. Das kann dabei helfen, diese Interventionslogiken selbst für die Analyse eines FTI-Systems heranzuziehen, wie Fagerberg und Edler nahelegen:

„It is therefore not surprising that elaborate theoretical constructs ... generally can be seen as ex post rationalizations of already existing practices. However, this does not necessarily mean that these constructs are not useful. They provide legitimation (which is always important for policy), they help to shed light on why and how a policy works (or not), and in so doing underpin the process of designing, implementing, and revising policy.“ (Edler und Fagerberg 2017, 6)

Im Folgenden wird diesem Vorschlag gefolgt und jede Interventionslogik näher betrachtet, um dabei Dimensionen der Leistungsfähigkeit für einen Analyserahmen herauszuarbeiten.

2.2 Dimensionen der Leistungsfähigkeit bei FTI-Aktivitäten

Um die Leistungsfähigkeit eines FTI-Systems zu analysieren, bieten die drei Interventionslogiken interessante Ansatzpunkte. Dabei sind im Kontext des vorliegenden Gutachtens drei Ebenen relevant: erstens das theoretische Konzept und die empirischen Befunde, welche der jeweiligen Interventionslogik zugrunde liegen und die Intervention rechtfertigen; zweitens die spezifischen Handlungsempfehlungen, welche aus diesen Erkenntnissen für FTI-politische Intervention nahegelegt werden; und drittens die Rolle, die dabei der Grundlagenforschung zukommt.

Im Zentrum der ersten Ebene und bei allen drei Logiken gleichermaßen steht der Öffentliches-Gut-Charakter von neuem Wissen, der – wie skizziert – darin zu resultieren droht, dass aufgrund des Auseinanderklaffens der privaten und sozialen Erträge von Wissen nicht genügend neues Wissen generiert wird, um Innovation zu ermöglichen und somit in weiterer Folge wirtschaftliches Wachstum. Im zweiten Fall ist es der Bedarf zur Koordination von InnovationsakteurInnen, um sicherzustellen, dass Wissensspillover im Innovationssystem stattfinden kann und damit neuerlich Wachstum sichergestellt ist. Im dritten Fall handelt es sich um große gesellschaftliche Herausforderungen wie Ungleich-

⁵ Siehe etwa Stephan (2012, 8)

heit und Nachhaltigkeit, die rechtfertigen können, wenn sich die Politik dazu entscheidet, dass Innovationsanstrengungen in eine bestimmte Richtung mehr unterstützt werden als in andere Richtungen.

Jede Interventionslogik formuliert – zweitens – auch spezifische Handlungsempfehlungen, die unter Annahme eines spezifischen Innovationsmodells entwickelt werden. Im ersten Fall ist die Annahme das sogenannte lineare Modell der Innovation, demzufolge es gilt, die Produktion von neuem Wissen zu fördern, welches dann über verschiedene Stufen zum kommerzialisierbaren Produkt (beziehungsweise Serviceleistung) ohne weitere öffentliche Interventionen durchsickern wird. Im zweiten Fall ist die unterstellte Selbstverständlichkeit des linearen Modells infrage gestellt; unter der Annahme eines (komplexeren) Innovationssystems muss sichergestellt werden, dass Unternehmen lernen können und Koordination stattfindet, etwa durch die Förderung von Kooperation mit universitären Einrichtungen. Im dritten Fall ist die Annahme, dass Innovation einer gesellschaftlichen Lenkung bedarf, um Herausforderungen zu lösen, d. h. dass Innovationsanstrengungen ohne staatliche Interventionen nicht oder nicht ausreichend in die gewünschte Richtung gehen. Dazu gibt es unterschiedliche Strategieelemente, wie z. B. themenspezifische Förderungen, öffentliche Beschaffung oder durch staatliche Eingriffe überhaupt neue Märkte zu schaffen.

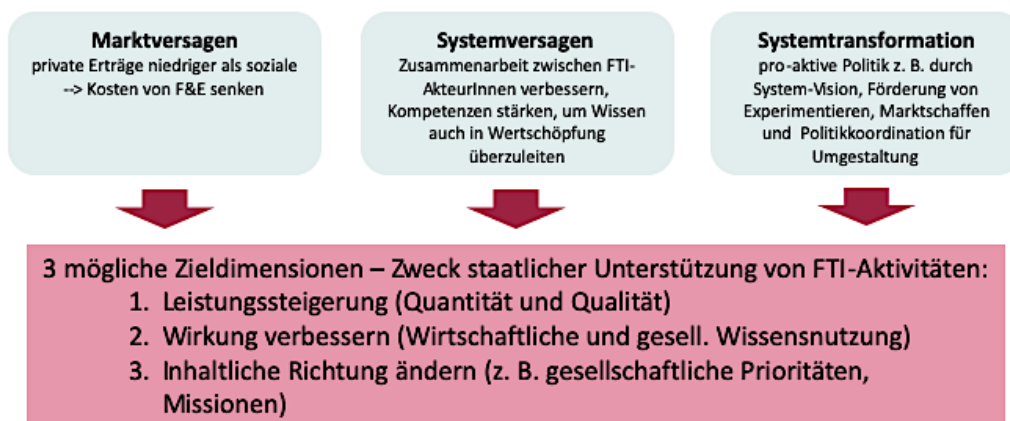
Diese drei Interventionslogiken können bezüglich der Grundlagenforschung in drei Dimensionen der Leistungsfähigkeit übersetzt werden. Im ersten Fall geht es um die **Leistung** der mit staatlichen Mitteln und Instrumenten geförderten Grundlagenforschung, also z. B. Quantität und Qualität der Wissensproduktion, so sich diese etwa mittels bibliometrischer Indikatoren oder durch *Peer Review* messen lässt.

Im zweiten Fall ist hier entscheidend, dass die Grundlagenforschung die gewünschte **Wirkung** entfaltet: es soll die Nutzung des in der Grundlagenforschung entstandenen Wissens gefördert werden. Das Anliegen, Wissen auch in Wertschöpfung überzuleiten, wird daher etwa durch Kooperationsförderung und Koordination versucht zu erreichen. Messungen können etwa an den unterschiedlichen Kanälen für die Nutzung der Grundlagenforschung ansetzen, z. B. die Kooperationen zwischen Wissenschaft und Forschung und universitäre Spin-offs.

Im dritten Fall geht es offensichtlich darum, für die Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen (wie etwa in Form der UN Sustainable Development Goals) Instrumente der FTI-Politik einzusetzen, und dabei schon im Bereich der Grundlagenforschung lenkend einzugreifen. Unterscheiden lassen sich solche programmatischen Lenkungsversuche allenfalls in ihrer thematischen Orientierung; entscheidend ist hier, dass es um die **Richtung** von Forschung geht.

Damit ergeben sich die drei Zieldimensionen, welche in weiterer Folge den Analyserahmen zur Erfassung der Leistungsfähigkeit der österreichischen Grundlagenforschung bilden, nämlich ihre **Leistung**, **Wirkung** und **Richtung**. Wenn zuvor über die Interventionslogiken generell ausgesagt wurde, dass diese historisch gewachsen und komplementär sind, so kann man dies zunächst auch hinsichtlich der Aussagekraft dieser drei Zieldimensionen für die Analyse der österreichischen FTI-Politik übernehmen: aus der Komplementarität der Perspektiven ergibt sich also ein nuancierteres Bild der Lage, und es ist möglich, mehr über das Verbesserungspotenzial insgesamt sagen zu können. Allerdings – und dieses Caveat ist schon an dieser Stelle anzumerken – gilt dies nicht mehr unbedingt für allfällige Handlungsableitungen. Es ist nämlich denkbar, dass unter der einen Perspektive eine Entscheidung sinnvoll und wünschenswert erscheint, die unter einer anderen Perspektive nicht empfehlenswert ist. Es liegt hier naturgemäß an der Politik, ihre Präferenz auszudrücken, die sich letztlich auch wieder in der Interventionslogik verdeutlicht.

Abbildung 1 Zieldimensionen für FTI-Politik



Quelle: Eigene Darstellung der Autoren, auf Basis ausgewählter Literatur; Marktversagen: Nelson (1959), Arrow (1962); Nationales Innovationssystem: Borrás & Edquist (2013), Lundvall (1991); Triple Helix: Etzkowitz (2012); Transformative Politik: Diercks et al. (2019), Mazzucato (2011, 2018), Schot & Steinmueller (2018), Grillitsch et al. (2019).

3 Kurzanalyse der Leistungsfähigkeit des FTI-Systems Österreichs mit Schwerpunkt auf der Grundlagenforschung

Abbildung 2 zeigt zusammengesetzte Indikatoren zur Veranschaulichung der Leistungsfähigkeit Österreichs in den drei beschriebenen Dimensionen der Leistungsfähigkeit im internationalen Vergleich mit dem Durchschnitt der EU-28 sowie der führenden Innovationsländer der EU, nämlich Dänemark, Schweden, Finnland und Niederlande nach dem European Innovation Scoreboard 2019.⁶ Die zusammengesetzten Indikatoren beruhen auf mehreren einzelnen Indikatoren, die in Tabelle 4 bis Tabelle 7 (im Anhang) gezeigt werden. Die Grundlagenforschung per se kann dabei nicht immer trennscharf isoliert werden, oft beziehen sich Indikatoren auf die durchführenden Organisationen, Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, die auch einen hohen Anteil angewandter Forschung aufweisen.

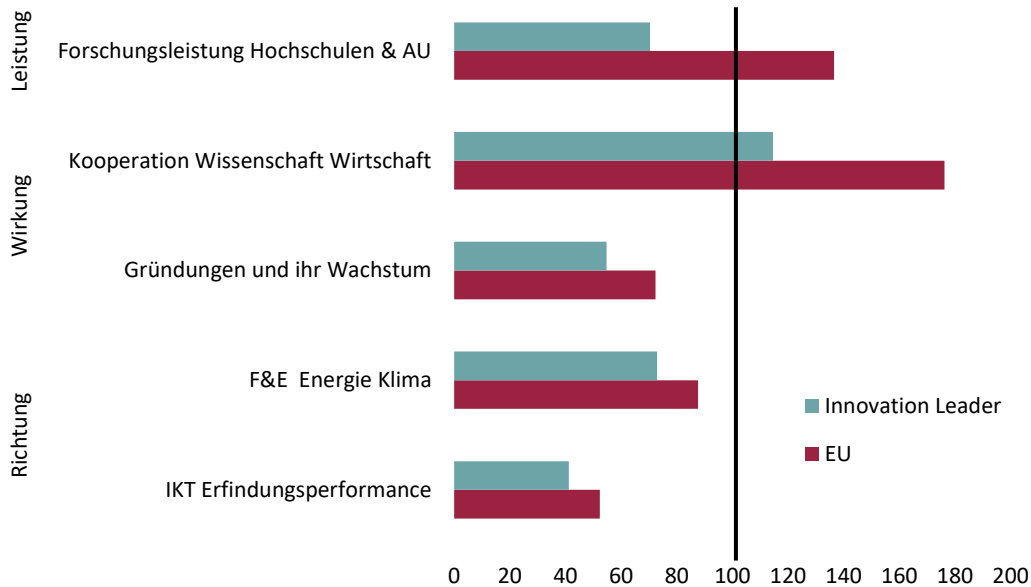
Die Forschungsleistung von Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen wird üblicherweise an der Quantität und Qualität von Publikationen beziehungsweise ERC-Anträgen gemessen. Österreich liegt deutlich über dem Schnitt der Europäischen Union, allerdings auch deutlich unter dem Schnitt der führenden Innovationsländer, wobei in der Übersichtsabbildung in der Wissenschaft führende Länder wie z. B. die USA, das Vereinigte Königreich oder die Schweiz gar nicht abgebildet sind.

Die Leistung bei Anstrengungen, neues Wissen auch in Wertschöpfung oder gesellschaftliche Problemlösungen überzuführen, wird über zwei Möglichkeiten gemessen, über die neues Wissen zur Anwendung gelangen kann – die Kooperationsintensität zwischen Wissenschaft und Wirtschaft sowie die Gründungsdynamik, allerdings nicht nur bezogen auf Hochschulausgründungen, sondern auf Gründungen insgesamt. Während Österreich bei der Kooperation von Unternehmen mit Hochschulen sowohl bei Publikationen als auch bei Innovationen auch gegenüber den führenden Innovationsländern hervorragend abschneidet, zeigt sich bei Gründungen und deren wirtschaftlicher Dynamik das umgekehrte Bild einer sogar gegenüber den EU-28 stark unterdurchschnittlichen Leistung.

Um zu veranschaulichen, wie stark Österreichs FTI-Anstrengungen sich an zwei zentralen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Herausforderungen ausrichten, der Bekämpfung des Klimawandels und der Digitalisierung, wurden Indikatoren zu F&E-Ausgaben und zu Patenten in diesen Bereichen zusammengefasst. In beiden Feldern zeigt sich eine unterdurchschnittliche Ausrichtung der österreichischen FTI-Leistung.

⁶ Die Daten beruhen auf einer rezenten Studie (Janger und Strauss-Kollin, 2020) zur umfassenden Analyse der Leistungsfähigkeit des österreichischen FTI-Systems, die auch die einzelnen Indikatoren im Detail erklärt.

Abbildung 2: Leistungsfähigkeit in drei Dimensionen mit Schwerpunkt Grundlagenforschung, Österreich = 100.



Quelle: Janger und Strauss-Kollin (2020).

Legende: AU = Außeruniversitäre Forschungseinrichtungen. Balken unter 100 zeigen eine schlechtere Leistung Österreichs, Balken darüber eine bessere.

Welche potenziellen Auswirkungen für Wirtschaft und Gesellschaft sind mit dieser Leistungsfähigkeit verbunden, wo ergibt sich dringender oder weniger dringender Handlungsbedarf für die FTI-Politik?

- Hinsichtlich der ersten Zieldimension (Leistung) kann die Bedeutung einer leistungsfähigen Grundlagenforschung für ein industrialisiertes, hochentwickeltes Land wie Österreich kaum unterschätzt werden. Sie reicht von der Attraktionswirkung von Spitzenforschungseinrichtungen auf Unternehmen, Studierende und Forschende (was wiederum einen Boost für das ökonomische Ökosystem bedeutet in Form von Spin-offs und Start-ups) über hochentwickeltes Wissen für Innovationen und Problemlösungen (Patente, Lizenzierungen, Spin-offs, Consulting-Tätigkeit) bis hin zu hochspezialisiertem Humankapital (PhD-AbsolventInnen). Alle prosperierenden High-tech-Regionen weisen in der Regel forschungsstarke Universitäten oder Grundlagenforschungseinrichtungen auf. Beispiele für Gründungen, Entdeckungen oder Innovationen mit direktem Konnex zur Grundlagenforschung sind Google, der Transistor, die Magnetresonanztomografie, Graphen (zweidimensionaler Kohlenstoff) und viele mehr. Eine genaue Beschreibung der Zusammenhänge zwischen der Forschungsleistung von Universitäten und wirtschaftlichen sowie gesellschaftlichen Entwicklungen

findet sich bei Janger, Firgo, Hofmann, Kügler, et al. (2017). Auch wenn quantitative Bewertungen insbesondere von Forschungsqualität zweifellos mit Vorsicht zu interpretieren sind, so zeigen mehrere Indikatoren doch ein ähnliches Bild eines Aufholbedarfs, vergleicht man nationale Durchschnitte wie in Abbildung 2, wenn sich Österreich mit den führenden Ländern zumindest der EU vergleichen will. Die bestehenden forschungsstarken Einrichtungen beziehungsweise ForscherInnengruppen in Österreich schlagen sich nicht ausreichend auf den österreichischen Durchschnittswert nieder.

- Um zur Zieldimension der Wirkung zu kommen: Es gibt Länder, wo die Forschungsleistung im Hochschulsektor sehr hoch ist, jedoch aufgrund von Systemversagen nur wenig genutzt werden kann, weil etwa FTI-Aktivitäten von Unternehmen nicht in Kommunikation mit Universitäten stattfinden; ein Beispiel dafür war das Vereinigte Königreich. Für Österreich zeigen die Indikatoren jedoch, dass Hochschulen und Unternehmen sehr häufig kooperieren, und zwar sowohl KMUs als auch Großunternehmen im europäischen Vergleich. Neues Wissen wird in Österreich aber relativ selten über den Weg von Unternehmensgründungen für Wertschöpfung und Problemlösungen relevant gemacht. Dies betrifft nicht nur universitäre Ausgründungen, sondern ist ein generelles strukturelles Problem der österreichischen Wirtschaft, über das schon viel geschrieben wurde (Peneder 2013; Marchart 2013; Gassler und Sellner 2015) und das prioritär adressiert werden sollte.
- In Bezug auf die dritte Zieldimension, die Richtung von Forschungsaktivitäten, ist vorab festzustellen, dass weder die Bekämpfung des Klimawandels und die Bewältigung der Herausforderungen im Zuge der Digitalisierung, noch weitere gesellschaftliche Herausforderungen wie z. B. die Bevölkerungsalterung, rein durch FTI-Aktivitäten noch durch Österreich allein gemeistert werden können. Dennoch ist zu konstatieren, dass bisherige Initiativen in Österreich, FTI-Aktivitäten durch staatliche Förderung oder Anreize bewusst in diese Richtung zu lenken, im internationalen Vergleich klein geblieben sind. Ob Österreich in Zukunft stärker „seine“ FTI-Aktivitäten in bestimmte Richtungen lenken will, ist nicht zuletzt eine politische Entscheidung, die potenzielle Trade-offs berücksichtigen muss: während einerseits die Qualität der geförderten Forschung leiden kann, weil die Selektionspools in der wettbewerblichen Forschung bei thematischen Vorgaben kleiner werden, könnten andererseits bewusste industriepolitische Initiativen und Forschung in diesen Feldern auch zu einer höheren gesellschaftlichen Akzeptanz von FTI insgesamt in Österreich führen.

Im nächsten Kapitel wird diskutiert, welche Hebel sich anbieten würden, die Leistungsfähigkeit in den drei Dimensionen spezifisch in Hinblick auf die Grundlagenforschung zu erhöhen.

4 Mögliche Hebel zur Steigerung der Leistungsfähigkeit im FTI-System mit Schwerpunkt Grundlagenforschung

In den nächsten Unterabschnitten werden jeweils mögliche Hebel zur Steigerung der Leistungsfähigkeit in den drei Dimensionen Leistung, Wirkung und Richtung diskutiert.

4.1 Qualität der Forschungsleistung

Als mögliche Hebel für die Steigerung der Forschungsleistung werden die Höhe der Finanzierung, die Art der Mittelvergabe sowie weitere strukturelle Aspekte diskutiert.

4.1.1 Finanzierung

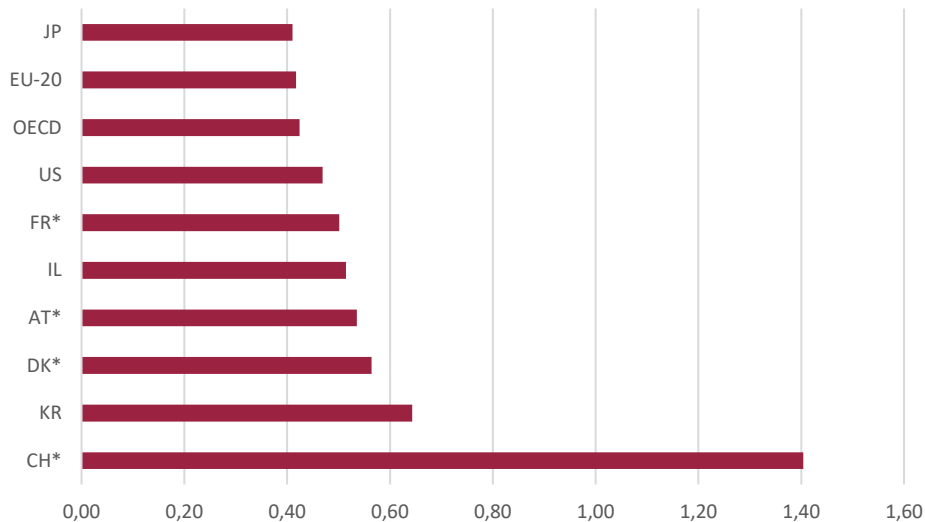
Eine angemessene Finanzierung ist eine wesentliche Voraussetzung für eine entsprechende Forschungsleistung. Wird in Österreich ausreichend in Grundlagenforschung investiert? Die Beantwortung dieser Frage ist nur im Vergleich mit Ländern möglich, mit denen sich Österreich hinsichtlich seiner wirtschaftlichen Entwicklung insgesamt auf ähnlichem Niveau befindet. Allerdings ist hier gleich auf die problematische Datenlage hinzuweisen, die Vergleiche schwierig macht. Im Folgenden werden zwei mögliche Datensätze diskutiert.

Österreichs Beitrag zur Grundlagenforschung im internationalen Vergleich

Abbildung 3 zeigt anhand des Anteils der Grundlagenforschungsausgaben am BIP, dass Österreich zwar nicht die Spitzenwerte der Schweiz (1,41 Prozent) oder Südkoreas (0,66 Prozent) erreicht, aber gemeinsam mit Dänemark, Frankreich und Israel eine Gruppe von Ländern bildet, die eine Grundlagenforschungsquote von über 0,5 Prozent erzielt, deutlich über dem Schnitt der EU-24 (0,33 Prozent) und der OECD (0,41 Prozent), aber auch über den USA (0,47 Prozent).⁷ Allerdings leidet die Aussagekraft der F&E-Ausgaben nach Forschungsarten unter ihrer fehlenden Erfassung in einigen wichtigen Vergleichsländern, wie z. B. Deutschland, England, den Niederlanden oder Schweden. Die Abgrenzung der Forschungsarten in Grundlagenforschung, angewandte Forschung und experimentelle Entwicklung verläuft fließend und ist nicht immer trennscharf zu bewerkstelligen. Nach den Daten der F&E-Erhebung der Statistik Austria sind etwa nur ca. 54 Prozent der F&E-Ausgaben im Hochschulsektor Grundlagenforschungsausgaben (ca. 59 Prozent in Universitäten ohne Kliniken), 38 Prozent Ausgaben für angewandte Forschung und 9 Prozent für experimentelle Entwicklung.

⁷ Abbildung 21 im Anhang zeigt den Verlauf der Grundlagenforschungsquoten über die Zeit.

Abbildung 3: Grundlagenforschungsquoten (in % des BIP) im internationalen Vergleich, 2018



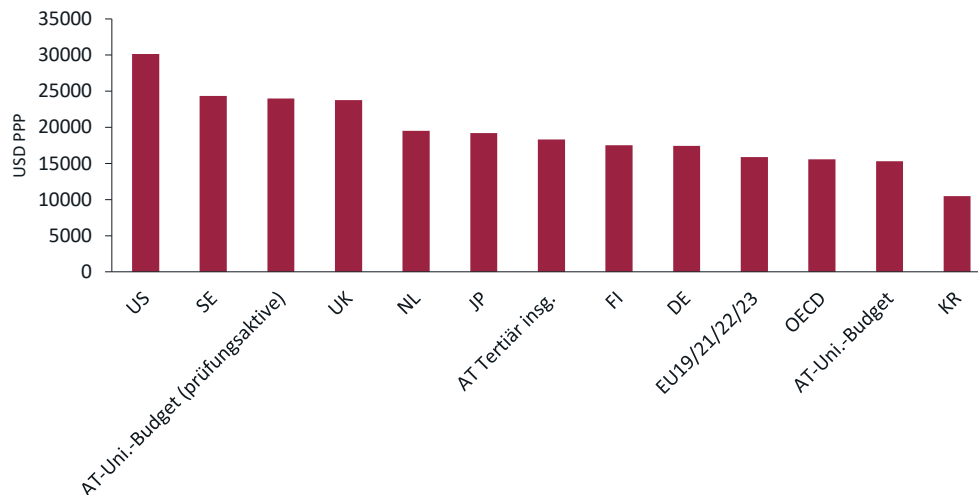
Quellen: OECD MSTI; WIFO-Berechnungen. Werte mit * beziehen sich auf das Jahr 2017.

Die Gesamtausgaben von Hochschulen (inklusive Lehre und aller anderen Aufwandsarten) sind als ein weiteres Finanzierungsmaß weniger anfällig für Abgrenzungsprobleme nach Forschungsarten und werden von den meisten OECD- und EU-Ländern der OECD gemeldet. Um für die unterschiedliche Landesgröße zu kontrollieren, können sie der Zahl der Studierenden gegenübergestellt werden. Diese Zahlen haben allerdings den Nachteil, dass unterschiedliche Sektoren des Hochschulsystems (z. B. Fachhochschulen und Universitäten) mit unterschiedlichem Verhältnis zwischen Lehre und Forschung vermischt werden und dass nicht alle Länder Vollzeitäquivalente von Studierenden melden.

In Abbildung 4 situieren sich die österreichischen Hochschulausgaben relativ ident in enger (ISCED 6–8 – ohne die BHS-AbsolventInnen, die auch zu HochschulabsolventInnen gezählt werden) und breiter (ISCED 5–8) Definition mit über 18.000 US-Dollar deutlich über dem EU- und OECD-Schnitt (ca. 15.500 US-Dollar), aber teils beträchtlich unter den Ausgaben der USA (ca. 30.000 US-Dollar), der Schweiz (knapp 28.000 US-Dollar) und des Vereinigten Königreichs (knapp 24.000 US-Dollar), jene Länder, die meist die Top-50 der Universitätsrankings dominieren. Schränkt man die Zahlen nur auf die Universitäten ein, würde Österreich aufgrund seines sehr großen universitären Sektors knapp unter dem OECD-Schnitt zu liegen kommen. In Österreich besuchten im Wintersemester 2019 laut uni:data ca. 72 Prozent der Studierenden eine Universität und nur 28 Prozent eine Fachhochschule. In den Niederlanden ist das Verhältnis umgekehrt, die aggregierten Hochschulausgaben, die in den Niederlanden mit ca. 19.500 US-Dollar nur relativ gering über

den österreichischen aggregierten Ausgaben liegen, dürften daher die Ausgaben an den niederländischen Universitäten deutlich unterschätzen.

Abbildung 4: Hochschulausgaben gemessen an der Zahl der Studierenden im internationalen Vergleich; In US\$, kaufkraftbereinigt, 2016

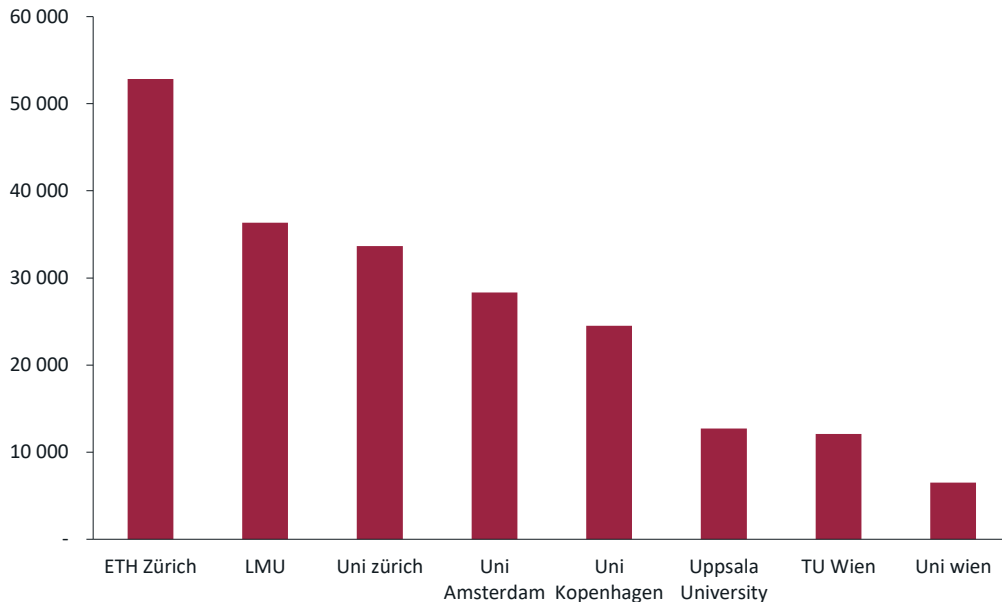


Quellen: OECD Bildung auf einen Blick, Indikator C 1 „Gesamtausgaben für Bildungseinrichtungen pro vollzeitäquivalentem Bildungsteilnehmer; Janger, Firgo et al., (2017); WIFO-Berechnungen.

Die Berechnung ohne prüfungsinaktive Studierende würde die Werte für Österreich entsprechend verbessern (Janger, Firgo, Hofmann, Kügler, et al. 2017); Zahlen auf der Ebene einzelner Universitäten deuten aber darauf hin, dass diese Verbesserung nicht ausreichen würde, die Werte ausgewiesener Universitäten in Europa zu erreichen: Abbildung 5 bringt als Beispiel einzelne Universitäten aus der Schweiz, Dänemark, Schweden, Deutschland und Österreich. Englische oder amerikanische Forschungsuniversitäten fehlen hier, würden aber noch wesentlich höhere Werte erreichen: So betragen etwa die Ausgaben des MIT 2019 3,7 Mrd. US-Dollar bei einer Studierendenzahl von 11.520, womit sich nicht-kaufkraft-bereinigte Ausgaben pro Studierenden von 321.000 US-Dollar ergeben würden (bei einem Betreuungsverhältnis für Undergraduate-Studierende von 3:1). Siehe dazu auch den Vergleich des Rats für Forschung und technologische Entwicklung, Rahmenbedingungen an Universitäten (Rat für Forschung und technologische Entwicklung 2019b, 23).⁸

⁸ Vergleiche auf Basis Ausgaben pro AbsolventInnen werden auch immer wieder angeregt, um Vergleiche in der Mittelausstattung zwischen Hochschuleinrichtungen zu ermöglichen. Allerdings besteht hier das Problem unterschiedlicher Studiendauern bei verwandten Studienrichtungen quer über die Länder. Wie und welche vorangehenden Studienjahrgängen welchen AbsolventInnenjahrgängen zugeordnet werden, wirft statistische Probleme auf; auch die Frage, wie die Kosten von StudienabbrecherInnen eingerechnet werden, beziehungsweise wie diese aus den Ausgaben nur für die AbsolventInnen herausgerechnet werden könnten, ist offen.

Abbildung 5: Universitätsbudget bzw. -ausgaben relativ zur Zahl der Studierenden, anhand ausgewählter Universitäten; in Euro, kaufkraftbereinigt, 2018



Quellen: Angaben von ETH Zürich, LMU München (ohne Kliniken), Universität Zürich, Universität Amsterdam, Universität Kopenhagen, Universität Uppsala, Technische Universität Wien, Universität Wien; WIFO-Berechnungen.

Für die Beantwortung der Frage, ob in Österreich ausreichend in Grundlagenforschung investiert wird, sollte jedenfalls aufgrund der statistischen Unschärfen nicht nur die Grundlagenforschung betrachtet werden, sondern auch die Zahlen der Organisationen, die diese durchführen – Hochschulsektor und auch Einrichtungen im Sektor Staat, besser als die wissenschaftliche Basis des FTI-Systems umschrieben (siehe dazu auch Janger, Kügler, Reinstaller, und Unterlass 2017). Nach der Grundlagenforschungsquote liegt Österreich in der Spitzengruppe der EU, nur die Schweiz und Südkorea erreichen wesentlich höhere Werte. Bei Hochschulausgaben liegt Österreich je nach Betrachtungsweise (Hochschulen gesamt vs. nur Universitäten) und Einrechnung prüfungsinaktiver Studierender unterdurchschnittlich bis im oberen Mittelfeld, während die Analyse einzelner Einrichtungen hohe Unterschiede zwischen österreichischen Universitäten und Pendants in der Schweiz, Deutschland, Dänemark und den Niederlanden aufzeigt.

Mögliche FTI-politische Zielsetzungen

Neben den statistischen Unschärfen hängt die Beantwortung aber auch stark von den FTI-politischen Zielsetzungen ab – was will Österreich mit den Investitionen in Grundlagenforschung beziehungsweise in den Hochschulsektor bezüglich der Forschungsleistung erreichen?

Die Ausgaben für die wissenschaftliche Basis des Innovationssystems dürften derzeit ausreichen, um Österreichs Position im oberen Mittelfeld oder knapp hinter, aber nicht in der Spitzengruppe von Innovationsrankings zu erhalten, wobei berücksichtigt werden muss, dass Investitionen in F&E derzeit sinkende Erträge aufweisen – immer mehr Mittel müssen aufgewendet werden, um Wissensfortschritte und technologische Neuerungen zu erzielen, gerade an der wissenschaftlich-technologischen Frontier (Jones 2009; Bloom et al. 2017).

Um institutionelle Top-Platzierungen bei internationalen Forschungsleistungsrankings zu erreichen, reichen auch bei erwiesener Exzellenz einzelner Forschungsgruppen an Universitäten die Ausgaben auf Ebene gesamter Universitäten derzeit nicht aus, eventuell mit Ausnahme der außeruniversitären Forschungseinrichtung IST Austria, das aber aufgrund seiner noch geringen Größe in den meisten Standardrankings nicht aufscheint.

Ist Spitzengrundlagenforschung in Österreich überhaupt notwendig? Nur wegen der Forschungsleistung oder wegen des akademischen Prestiges an sich wäre eine Erhöhung der Finanzierung diskussionswürdig. Zahlreiche Studien und Beispiele zeigen aber die Wechselbeziehungen zwischen hoher Forschungsleistung und ihrer wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Wirkung, der zweiten Leistungsdimension im FTI-System. Die Leuchtturmfunktion von Spitzenforschungseinrichtungen geht einher mit der Attraktion von Spitzenkräften, Unternehmensforschungszentralen, mit universitären Ausgründungen – sie strahlt in der Regel ins gesamte wirtschaftliche und gesellschaftliche umliegende Ökosystem aus (siehe Janger, Firgo, et al. 2017 für zahlreiche Quellen und Beispiele).⁹

Zusätzlich unternehmen zahlreiche Länder große Anstrengungen, ihre Wissenschaftssysteme zu verbessern. Chinesische Universitäten verbessern sich etwa bezüglich des Anteils an hochzitierten Publikationen an all ihren Publikationen rasant – so steigerte die Universität Hunan ihren Anteil laut Leiden-Ranking innerhalb des Zeitraums 2006/9 bis 2014/7 von 8,2 Prozent auf 14,3 Prozent (Rang 79 weltweit; im Vergleich entwickelte sich die Universität Wien von 10,7 auf 12,8 Prozent (Rang 149) und wurde damit von der Universität Hunan in diesem Zeitraum überholt. Ein ähnlicher Fall findet sich in Singapur (Nanyang Technological University, von 9,8 auf 15,5 Prozent).

Wenn eine deutliche Verbesserung der Forschungsleistung in Österreich angestrebt wird, die etwa zusätzlich zum IST Austria auch zwei bis drei Universitäten auf die Ebene internationaler Spitzeneinrichtungen wie z. B. der ETH Zürich bringen will, werden auf-

⁹ Am einfachsten fassen es Harari, Kübler, und Markl (2006, 4) zusammen: „Scientific research has always been a rewarding intellectual activity. But in the last few decades, scientific knowledge has also become a leading economic asset. Today, sustainable human development depends on a successful research program, starting with a top quality effort in basic science.“

grund der Größe des universitären Sektors in Österreich gleichmäßige Leistungssteigerungen quer über alle Hochschuleinrichtungen durch ebenso gleichmäßige Finanzierungssteigerungen finanziell sehr aufwändig sein. Allokationsmechanismen, die zusätzliche Mittel, die über eine übliche nominelle Steigerung hinausgehen auf wenige Einrichtungen konzentrieren (siehe Kapitel 4.1.2), begrenzen den Finanzierungsaufwand, ebenso wie eine Änderung der Größenverhältnisse zwischen universitärem und Fachhochschulektor. Helfen würde auch eine Verbreiterung der Finanzierung der Hochschulen analog zum EU- und OECD-Schnitt auf mehr private Finanzierungsquellen, darunter Mäzenatentum, Alumnispenden, ein System rückzahlbarer Bildungskredite etc. (siehe Janger et al. 2012). In anderen Ländern, nicht nur in den USA, auch etwa in Deutschland, ist die Vielfalt der Finanzierungslandschaft höher, etwa durch die Rolle privater Stiftungen wie der Volkswagen Stiftung.

4.1.2 Allokationsmechanismen der Finanzierung der Grundlagenforschung

Während eine ausreichende Finanzierung zur Erreichung und Beibehaltung von hoher wissenschaftlicher Qualität in der Grundlagenforschung unumgänglich ist, ist es nicht der einzige Hebel, der in der FTI-Politik zur Verfügung steht, um eine Leistungssteigerung in der Grundlagenforschung zu erzielen. Leistung drückt sich schließlich in der Qualität der konkreten Grundlagenforschung aus (Musselin 2018). Qualität in Form von Spitzenforschung, welche zu international anerkannten Ergebnissen und neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen führt, wird nicht ausschließlich über mehr Geld erreicht. Wesentlich ist auch, nach welchen Prinzipien dieses Geld verteilt wird. Somit sind auch die spezifischen Allokationsmechanismen entscheidend, nach denen die staatliche Finanzierung der Grundlagenforschung erfolgt. Hier liegen zwischen den einzelnen Innovationssystemen deutliche Unterschiede vor; im Folgenden werden die wichtigsten Charakteristika der Grundlagenforschungsfinanzierung in Österreich dargestellt, bevor mögliche Änderungen in den derzeitigen Allokationsmechanismen für eine Steigerung der Forschungsleistung skizziert werden.

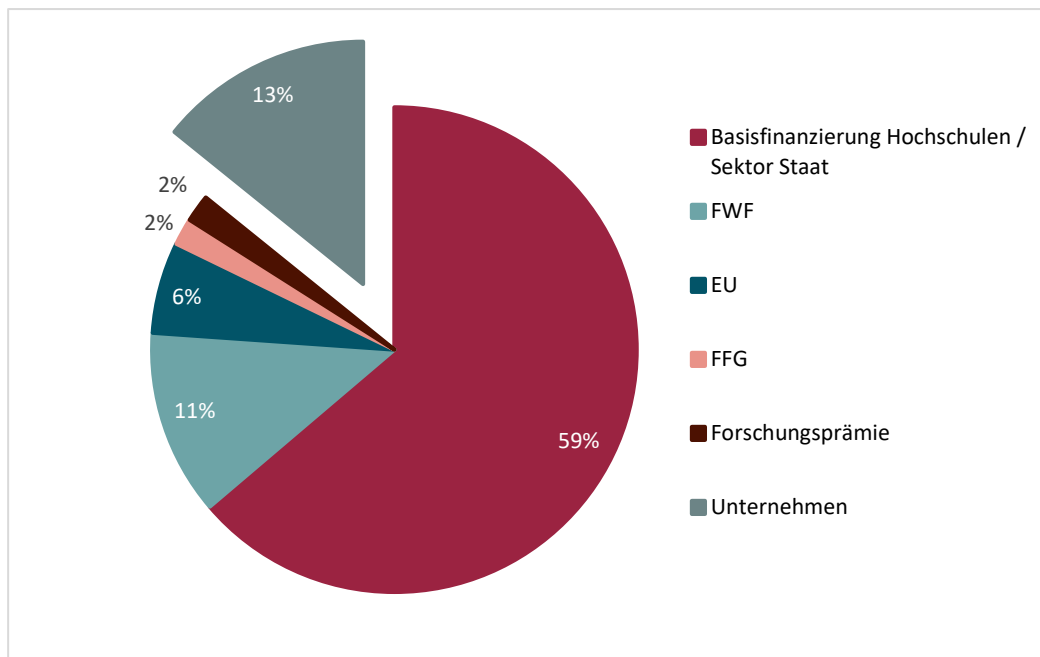
Charakteristika der Grundlagenforschungsfinanzierung in Österreich

Die Frage, wer die in Österreich durchgeführte Grundlagenforschung finanziert, ist nicht mithilfe der F&E-Erhebung der Statistik Austria zu beantworten, nachdem Daten für Forschungsarten nur für die Durchführungssektoren Hochschulen (Anteil an gesamter Grundlagenforschung 2017 laut Statistik Austria: 68 Prozent), Unternehmen (19 Prozent), Staat (12 Prozent) und privater gemeinnütziger Sektor (0,4 Prozent) vorliegen, aber nicht nach Finanzierungssektor beziehungsweise -einrichtungen. Daher können nur mittels Annahmen auf Basis von ExpertInneneinschätzungen beziehungsweise Informationen aus Studien grobe Größenordnungen vorgeschlagen werden. Eine Verifikation

dieser Daten müsste im Prinzip auf Basis von Mikrodaten der einzelnen Forschungsprojekte durchgeführt werden, in denen die ProjektleiterInnen die Forschungsart charakterisieren.

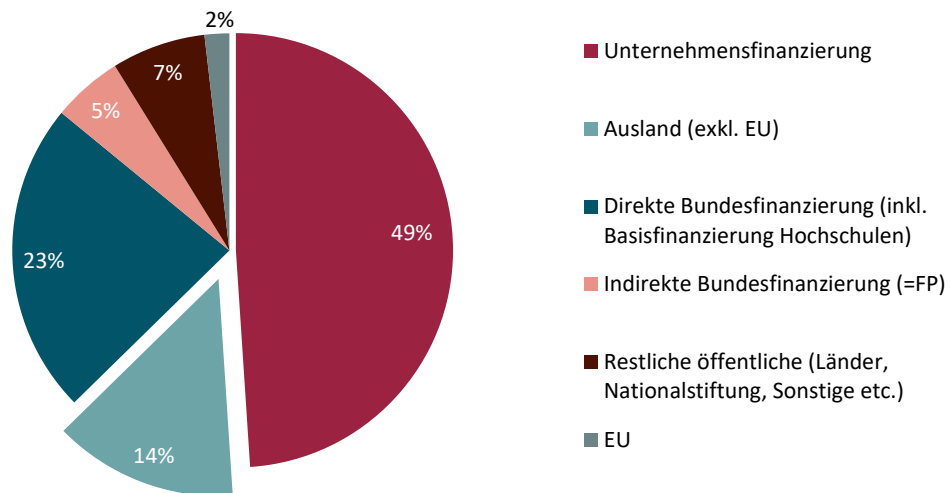
Bei aller Vorsicht, die man diesen Annahmen entgegenbringen muss, ist eines jedenfalls unbestritten: die Basisfinanzierung seitens des Bundes in den beiden Sektoren Hochschulen und Staat stellt die bei weitem wichtigste Finanzierungsquelle dar; für die Grundlagenforschung insbesondere an Hochschulen sind der FWF und die EU die beiden größten Quellen von projektbasierter Forschungsförderung (Abbildung 6). Im Zeitverlauf zeigen sich bei den drei großen Finanzierungsquellen Bund über Basisfinanzierung, FWF und EU keine großen anteilmäßigen Veränderungen (Abbildung 23 im Anhang). Insgesamt bleibt ein nicht zugeordneter Rest von 6 Prozent. Im Vergleich mit der Finanzierung der gesamten F&E in Österreich (Abbildung 7) tritt die jedenfalls wesentlich höhere öffentliche Finanzierung der Grundlagenforschung gegenüber der gesamten F&E in den Vordergrund.

Abbildung 6: Quellen der Grundlagenforschungsfinanzierung (1.983 Mio. €) in Österreich, 2017, auf Basis von Annahmen



Quellen: für die gesamte F&E-Finanzierung: Statistik Austria (F&E-Erhebung), Globalschätzung, FWF-Jahresberichte, FFG; Anteil der Grundlagenforschung auf Basis der Einschätzung der beiden Autoren wie ausgeführt in Anhang 7.2.1. Wir bedanken uns für Daten der FFG und Diskussionen mit Leonhard Jörg sowie Josef Säckl.

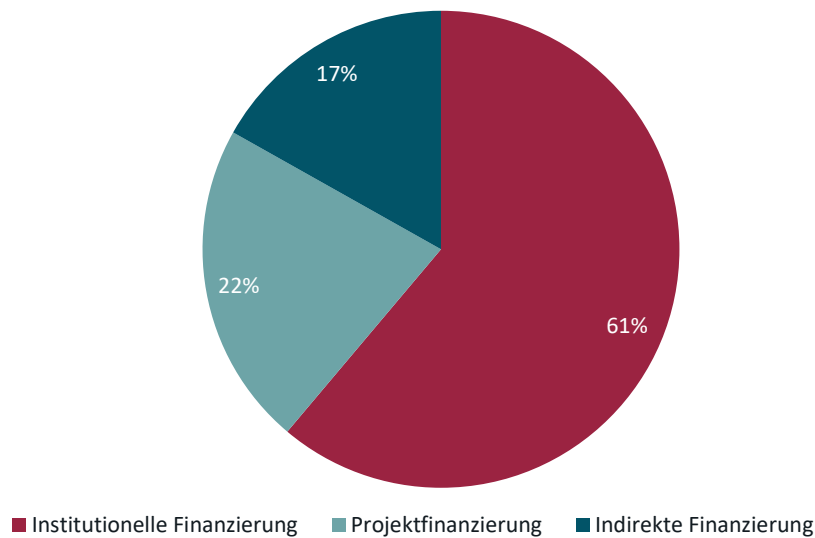
Abbildung 7: Finanzierungsquellen der gesamten F&E-Ausgaben in Österreich



Quelle: Statistik Austria (F&E-Erhebung).

Das Bild der Dominanz der Basis- beziehungsweise institutionellen Finanzierung zeigt sich durch vorliegende Daten der Statistik Austria zur Verteilung der öffentlichen direkten Bundesausgaben für FTI übrigens für alle Forschungsarten, nicht nur die Grundlagenforschung (Abbildung 8). Es zeigt sich damit ein relativ hoher Anteil von Basisfinanzierung – nicht projektbezogener Finanzierung – sowohl im Unternehmens- (über die indirekte Förderung, die Forschungsprämie) als auch im Hochschulsektor (über die institutionelle Finanzierung durch die Leistungsvereinbarungen). Das bedeutet, dass ein relativ geringer Anteil über Projektanträge vergeben wird, die aufgrund ihrer (wissenschaftlichen) Qualität bewertet werden. Über die Zeit ist der Anteil der indirekten Finanzierung leicht gestiegen (2011–2017: +6 Prozentpunkte), während jener der institutionellen (-3 Prozentpunkte) und der Projektfinanzierung (-3 Prozentpunkte) leicht gesunken ist.

Abbildung 8: Verteilung der F&E-Finanzierung des Bundes nach Förderarten, 2017



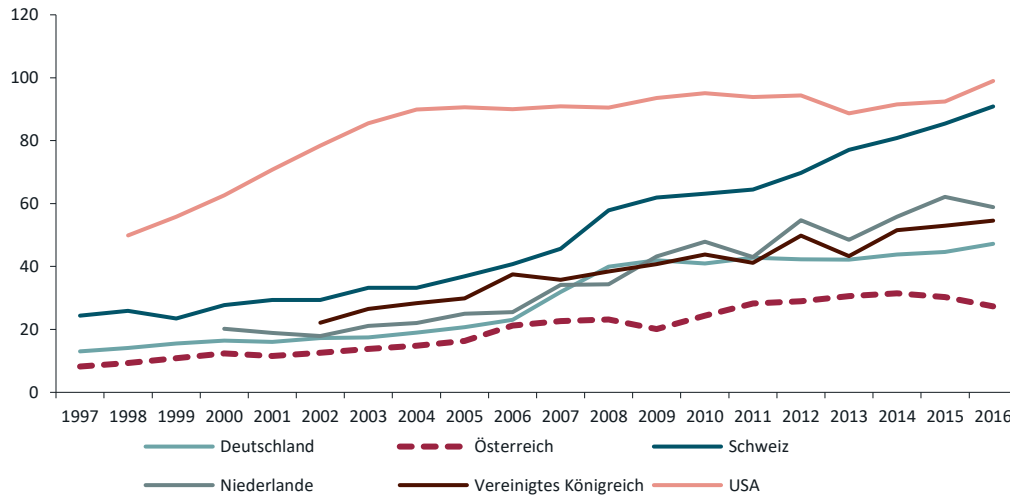
Quelle: Statistik Austria; Daten zur indirekten Finanzierung von den Autoren ergänzt.

In der Grundlagenforschung gilt die wettbewerbliche Förderung in Form von Projektfinanzierung seit langem als wesentliches Instrument für eine qualitätsorientierte Spitzenforschung, die in der Regel durch staatliche Agenturen (Fonds) organisiert und „orchestriert“ wird (Rip 1994) – in Österreich ist das vornehmlich der FWF. Um näher beurteilen zu können, wie in Österreich Grundlagenforschung finanziert wird, kann man zunächst vergleichend die verfügbaren Finanzmittel zwischen verschiedenen nationalen Fonds analysieren. Die folgenden Angaben zum FWF stammen aus einem internationalen Vergleich des Fonds zur Förderung der Grundlagenforschung (Janger, Schmidt, und Strauss 2019; Janger 2019).

In einem Vergleich mit den Fonds zur Förderung der Grundlagenforschung der USA (NSF und NIH), Deutschlands (DFG), der Niederlande (NWO), der Schweiz (SNF) sowie des Vereinigten Königreichs (UKRI beziehungsweise die sieben Teilorganisationen) wird dabei das oft geäußerte geringe Volumen der wettbewerblichen (projektbasierten) Finanzierung der Grundlagenforschung in Österreich bestätigt. Sowohl relativ zur Bevölkerung (Abbildung 9)¹⁰ als auch als Anteil an den F&E-Ausgaben im Hochschulsektor (HERD; Abbildung 10) zeigt sich in Österreich im Vergleich mit den anderen Ländern das niedrigste Niveau.

¹⁰ Dabei ist die Finanzierungsstruktur der Fonds ebenfalls zu berücksichtigen. Blickt man nur auf die Bundesmittel, die etwa der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) im Jahr 2019 für Forschungsförderung zur Verfügung standen (nämlich 2.333,10 Mio. €), so entspricht dies ungefähr 10:1 der Summe, die der FWF im selben Jahr als Neubewilligungssumme ausschütten konnte (nämlich 237,4 Mio. €). Allerdings stehen der DFG neben den Zuwendungen des Bundes auch erhebliche andere Mittel zur Verfügung, insbesondere von den deutschen Ländern in Höhe von 992,97 Mio. € sowie sonstige Erträge in Höhe von 39,31 Mio. €.

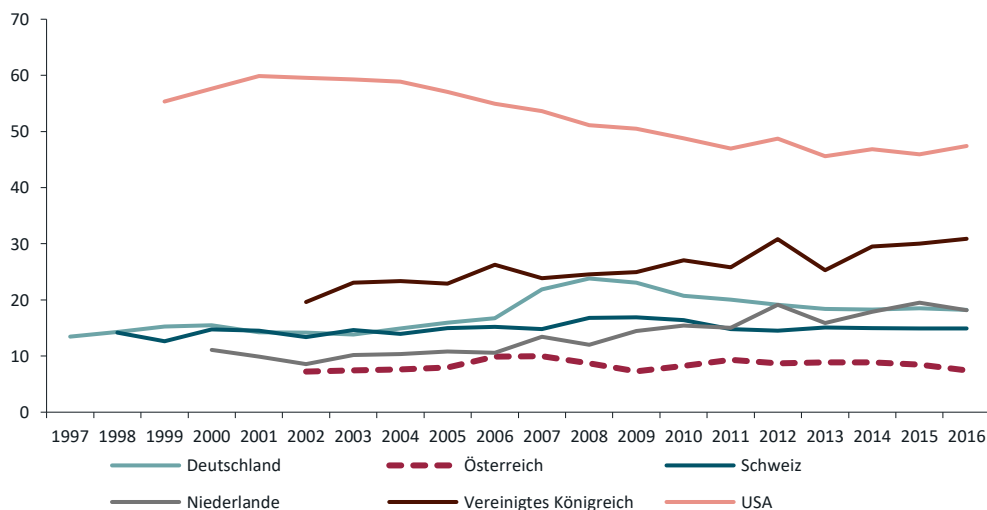
Abbildung 9: Jährliche Gesamtfinanzierung durch Fonds im Verhältnis zur Bevölkerung, in USD KKP pro Bevölkerung, 1997–2016



Quelle: Janger, Schmidt, und Strauss (2019).

Solche Unterschiede mögen prinzipiell auch durch unterschiedliche Portfolios zustande kommen, wenn etwa unterschiedliche Schwerpunkte in den einzelnen Förderprogrammen eines Fonds bestehen. In allen Fonds ist aber die klassische Einzelprojektförderung die Programmlinie mit dem höchsten Anteil an der Gesamtausschüttung und auch im Vergleich nur dieser einen Programmlinie zeigt sich das gleiche Bild einer niedrigen Finanzierung in Österreich über diesen Allokationsmechanismus.

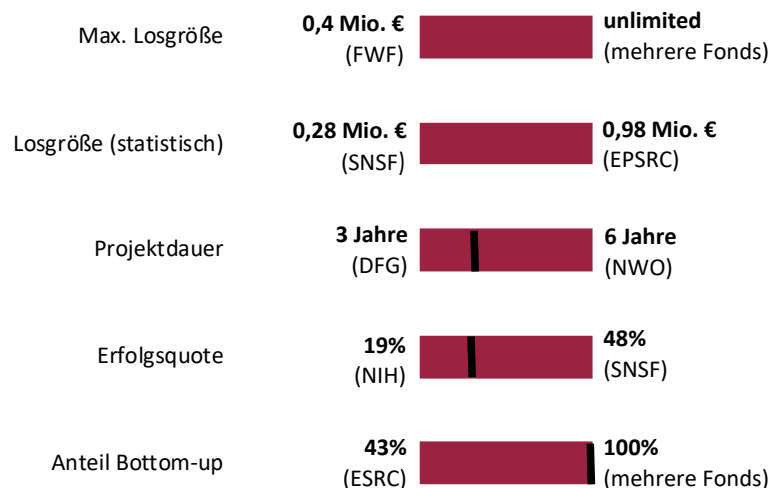
Abbildung 10: Jährliche Gesamtfinanzierung durch Fonds im Verhältnis zu HERD, 1997–2016



Quelle: Janger, Schmidt, und Strauss (2019).

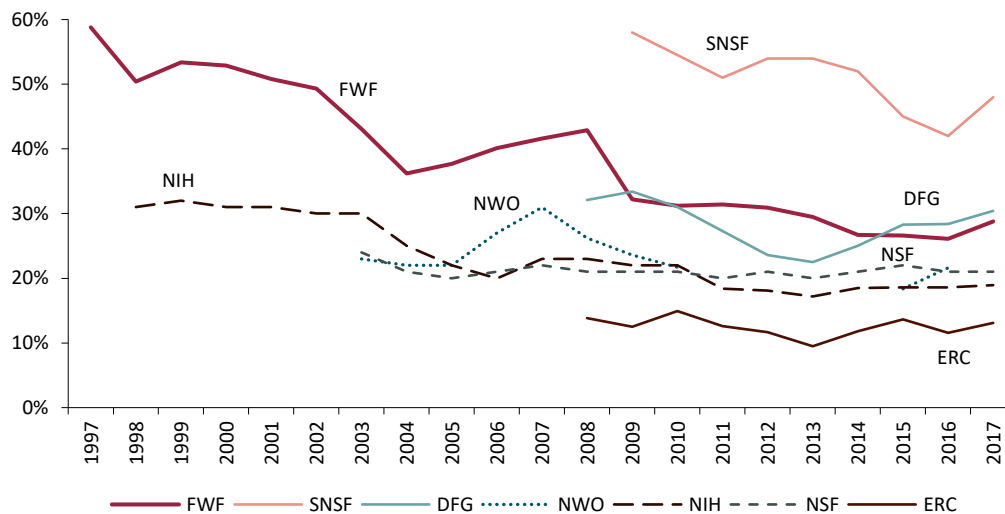
Nicht nur das Volumen, welches dem FWF für wettbewerbliche Grundlagenforschungsförderung zur Verfügung stellt, ist ein Kriterium. Daneben sind auch die Modalitäten der Mittelallokation bei projektbasierter Grundlagenforschungsförderung entscheidend, um ein besonders hohes Maß an Qualität in den geförderten Forschungsprojekten zu erreichen (Heinze 2008; Langfeldt und Scordato 2016). Die FWF-Einzelförderung zeigt sich im Vergleich (Abbildung 11) als von geringen Losgrößen, einer relativ kurzen Laufzeit, einer durchschnittlichen (Median) beziehungsweise unterdurchschnittlichen (Mittelwert) Erfolgsquote (geschuldet dem geringen Gesamtbudget) und eines hohen Anteils an themenoffenen Förderungen geprägt. Die geringeren Losgrößen dürften aber die Erfolgsquoten im Vergleich relativ hoch gehalten haben (mit geringeren Losgrößen können mehr Projekte finanziert werden, trotz eines insgesamt niedrigen Ausschüttungsvolumens über die Zeit (Abbildung 12).

Abbildung 11: Ausgewählte Eigenschaften, Einzelprojektförderung, 2017



Quelle: Janger, Schmidt, und Strauss (2019). Wenn nicht extra ausgewiesen, ist der FWF durch den schwarzen senkrechten Strich innerhalb der roten Balken gekennzeichnet.

Der Vergleich mit anderen Fonds legt nahe, dass das Förderdesign des FWF stark auf junge WissenschaftlerInnen zugeschnitten ist, was unter anderem einer Kompensation von befristeten Karriereperspektiven an den Universitäten geschuldet sein dürfte: die eben schon erwähnten kurzen Laufzeiten und geringen Losgrößen sind insbesondere für etablierte WissenschaftlerInnen weniger attraktiv. Hinzu kommt, dass ein FWF-Grant es einer Projektleiterin beziehungsweise einem Projektleiter nicht erlaubt, sich von Lehre freizukaufen. Selbst wenn also das Volumen des FWF erhöht werden würde, bedeutet das noch nicht unbedingt, dass die Möglichkeiten für etablierte WissenschaftlerInnen, sich (selbst) in Spitzengrundlagenforschung zu engagieren, steigen würden (z. B. etwa durch eine auf die Projektlaufzeit begrenzte Anpassung von Lehraufgaben).

Abbildung 12: Erfolgsquoten in der Einzelprojektförderung, 1997–2017

Quellen: Janger, Schmidt, und Strauss (2019); IHS Berechnungen.

Die Programmlinien der verschiedenen Fonds unterscheiden sich zudem darin, welche Kosten sie rückerstatten (Tabelle 1). Während die angelsächsischen Fonds die Löhne der ForschungsgruppenleiterInnen („Principal Investigators“) auch rückerstatten, trifft dies auf die kontinentaleuropäischen Fonds nicht zu. Indirekte Projektkosten (Overheads wie z. B. die Nutzung der IT-Infrastruktur, zusätzliche Labors, Räume etc.) werden in unterschiedlichem Ausmaß in allen Ländern bis auf Österreich und die Niederlande finanziert (Abbildung 13). Das bedeutet, dass ein FWF-Grant im institutionellen Umfeld einer Forscherin beziehungsweise eines Forschers für diese/n zu zusätzlichem administrativem Aufwand führen kann, weil in der Regel um zusätzliche Ressourcen (etwa Büros, IT-Ausstattung) von der entsprechenden Forschungseinrichtung angesucht werden muss. Auf Ebene der Forschungseinrichtung müssen die indirekten Projektkosten aus anderen Budgets finanziert werden, wodurch beim FWF erfolgreiche Forschungsgruppen institutionelle Ressourcen binden, die aus anderen Quellen gedeckt werden müssen.

Wie oben gezeigt, fließt der größte Teil der staatlichen Finanzierung von Grundlagenforschung in Österreich über die Basisfinanzierung an die Hochschulen. Seit dem Universitätsgesetz 2002 wurde dabei das Instrument der (dreijährigen) Leistungsvereinbarungen geschaffen.¹¹ Eine qualitätsorientierte Beanreizung von Forschung (in Form von Ex-post-Indikatoren) ist dabei allerdings nur in sehr kleinem Anteil vorgesehen. Immerhin hat sich der wettbewerblich zugeteilte Betrag gegenüber der letzten Leistungsvereinbarungsperiode (2016–18) in der aktuellen Periode beinahe verdoppelt. Laut Analyse des

¹¹ Im Bereich der außeruniversitären Forschung gelten inzwischen großteils ebenfalls Leistungsvereinbarungen, die durch das neue Forschungsrahmengesetz vereinheitlicht werden sollen.

Österreichischen Wissenschaftsrats sind in der aktuellen Periode der Leistungsvereinbarungen 2019–21 rund 6,4 Prozent des indikatorbezogenen Anteils des Gesamtbudgets der Hochschulen wettbewerbsbasiert (dies inkludiert gleichermaßen Lehre und Forschung) (Österreichischer Wissenschaftsrat 2020, 54).¹²

Tabelle 1: Erstattungsfähige Kosten in der Standard-Einzelprojektförderung, 2017

Land	AT	CH	DE	NL	UK	US
Fonds	FWF	SNSF	DFG	NWO	UKRI	NIH NSF
Löhne ProjektleiterInnen	grau	rosa	rosa	rosa	rosa	rosa
Löhne Personal	rosa	rosa	rosa	rosa	rosa	rosa
Materialaufwand	rosa	rosa	rosa	rosa	rosa	rosa
Mobilität	rosa	rosa	rosa	rosa	rosa	rosa
Ausgaben von Dritten	grau	rosa	rosa	rosa	grau	rosa
Open-Access-Publikationen	rosa	rosa	rosa	grau	rosa	rosa
Administrative/indirekte Kosten	grau	rosa	rosa	grau	rosa	rosa

Quelle: Janger, Schmidt, und Strauss (2019).

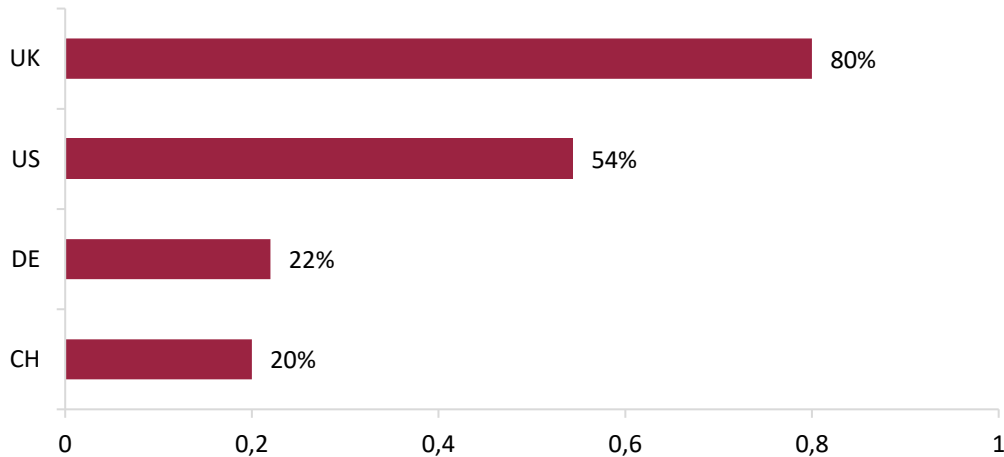
Legende: rosa: wird erstattet; grau: wird nicht erstattet. Anmerkungen: Löhne ProjektleiterInnen bezieht sich auf leitende, i. d. R. fest angestellte ForscherInnen. Löhne Personal bezieht sich auf wissenschaftliches bzw. technisches Projektpersonal. Open-Access-Publikationen bezieht sich auf Kosten (wie Article Processing Charges) bei Publikation von Projektergebnissen bei akademischen Verlagen.

Zusammenfassend ist die Basisfinanzierung beziehungsweise institutionelle Finanzierung in Österreich im Vergleich zur projektbasierten oder wettbewerbliehen Finanzierung von Grundlagenforschung hoch. Nicht nur anteilig an der gesamten Finanzierung, auch in absoluten Zahlen ist das Volumen der projektbasierten Finanzierung niedrig. Zusätzlich unterscheidet sich die spezifische Programmlinie Einzelprojektförderung des FWF in einigen Charakteristika des Förderdesigns von der Einzelprojektförderung in den angesprochenen Vergleichsländern, wie etwa hinsichtlich Losgröße, Laufzeit und Art von Kostenerstattung (z. B. Overheads, Löhne von ForschungsgruppenleiterInnen).

¹² Dies dürfte grob rund 420 Mio. € über die drei Jahre der Laufzeit der Leistungsvereinbarungsperiode bedeuten; unter der Annahme, dass rund die Hälfte davon für Forschung gedacht ist, sind das rund 70 Mio. € pro Jahr. Extrapoliert man aus zwei aktuellen Leistungsvereinbarungen (Universität Graz und TU Graz), welche eine Vorabschätzung der wettbewerbsorientierten Budgetmittel nach den vier Indikatoren aufschlüsseln, den Anteil der erwarteten Mittel aus dem Teilbetrag Forschung und rechnet diesen auf die gesamten 420 Mio. € an, so kommt man auf knapp 100 Mio. € pro Jahr, die wettbewerbslich-indikatorbasiert für erfolgreiche Forschungsleistungen ausgeschüttet werden.

Laut Auskunft des BMBWF beträgt die Gesamtsumme des indikatorbezogenen Budgets der Universitäten 6,1 Mrd. €, davon sind 447 Mio. € wettbewerbslich vergeben (Sub-Elemente 273 Mio. € Forschung und Entwicklung und Erschließung der Künste, 124 Mio. € Lehre, 50 Mio. € Ausschreibung Projektmittel Lehre/Verwaltung), macht rund 7,3 Prozent.

Abbildung 13: Anteil der indirekten Kosten/Overheads im Verhältnis zu den direkten Kosten, 2017



Quelle: Janger, Schmidt, und Strauss (2019).

Mögliche Allokationsmechanismen für eine Steigerung der Forschungsleistung

Wenn die Bundesregierung also die Leistung im Bereich der Grundlagenforschung anheben will, so wäre grundsätzlich darauf zu achten, anteilmäßig mehr Geld über Mechanismen zu verteilen, die nach Forschungsqualität differenzieren können. Grundsätzlich gibt es hier zwei Mechanismen, einerseits die ex ante wettbewerbliche Projektfinanzierung über die Bewertung von Anträgen mittels Peer Review, andererseits die Zuweisung der Basisfinanzierung aufgrund einer Ex-post-Bewertung von Forschungsleistung (Forschungsevaluierungen z. B. durch Peer Panels oder bibliometrische Indikatoren). Beide Mechanismen sind derzeit in Österreich gering ausgeprägt.

Am schnellsten (und einfachsten) wäre wohl angesichts der beschriebenen Charakteristika eine Erhöhung der Mittel für die projektbasierte Grundlagenforschungsförderung möglich (für eine ausführlichere Argumentation siehe Janger 2019). Projektbasierte Grundlagenforschung ist nicht zuletzt deshalb ein weithin anerkannter Garant für qualitätsvolle Forschungsförderung, weil die Ressourcenallokation ex ante (via Peer Review) geprüft wird, und zwar in Hinblick auf die drei maßgeblichen wissenschaftlichen Kriterien der Qualität, der Machbarkeit und des Versprechens eines Projektvorhabens. Dafür sind einige spezifische Bedingungen zu erfüllen, welche in den meisten Ländern durch spezialisierte Förderagenturen (Fonds) als „Boundary Organisations“ sichergestellt werden, die zwischen Wissenschaft und Politik angesiedelt sind und für die Vermittlung zwischen diesen beiden Bereichen entsprechende Expertise aufbauen (Guston 2000; König 2015) – in Österreich kommt diese Rolle vornehmlich dem FWF zu.

Dem FWF steht jedoch sowohl im Vergleich zu anderen Ländern als auch im Verhältnis zur Basisfinanzierung der Hochschulen (und der außeruniversitären Forschung) ein geringes Volumen zur Allokation zur Verfügung. Dazu kommt, dass es in Österreich nur wenige andere Finanzierungsquellen für projektbasierte Grundlagenforschung gibt.¹³ Bei einer Erhöhung der Dotierung des FWF wäre darauf zu achten, dass die Einzelprojektförderung (als dem traditionell wichtigsten Förderprogramm des FWF) dahingehend angepasst wird, dass mehr Anreize für arrivierte ForscherInnen geboten werden, etwa durch höhere Losgrößen und längere Laufzeiten, Übernahme von Overhead-Kosten sowie Finanzierung einer Vertretung für die Lehre im international üblichen Rahmen.

Dies würde auch ein sogenanntes Venture-Capital-Modell der Forschung ermöglichen (Janger 2016, Stephan 2012), wie insbesondere in den USA praktiziert: jüngere WissenschaftlerInnen, die meist noch wenig Erfahrung mit Forschungsanträgen haben, werden zu Beginn ihrer Karriere (vor ihrer Tenure-Evaluierung) durch universitätsinterne Mittel in ihrer Forschung unterstützt. Sind sie erfolgreich, finanzieren sie sich zusehends über externe Projektanträge, die über Overheads und Lehrvertretungsfinanzierungen der Forschungseinrichtung wieder finanziellen Spielraum geben, erneut junge WissenschaftlerInnen einzustellen und damit auch dynamisch in neuen Forschungsfeldern wachsen zu können. Derzeit ist die Situation in Österreich fast umgekehrt – beim FWF erfolgreiche Gruppen müssen bezuschusst werden, die Forschungseinrichtungen müssen die indirekten Kosten aus anderen Quellen bedecken. Aufgrund des insgesamt geringen Anteils des FWF ist dies meist machbar, aber wenn FWF-Förderung als Anteil der Forschungsfinanzierung steigen würde, könnte dies zu Ressourcenkonflikten an Forschungseinrichtungen führen anstatt zu dynamischen Wachstumsmöglichkeiten in der exzellenten Forschung.

Eine diesbezügliche Reform der Einzelprojektförderung wäre schon per se eine „Exzellenzinitiative“. Dies schließt nicht zusätzliche Initiativen zur qualitätsorientierten Leistungssteigerung der Grundlagenforschung in Österreich aus, wie die schon mehrfach angekündigte, bislang aber nicht realisierte „Exzellenzinitiative“ auf Vorschlag des FWF. Mögliche Nachteile eines verstärkten Anteils von Forschungsfinanzierung über projektbasierte Förderung können Antragsaufwand und Risikoaversion sein; diese werden aber insbesondere bei niedrigen Erfolgsquoten schlagend. Eine Erhöhung der Mittel des FWF wäre deshalb aber allein schon durch die steigende Zahl der ProfessorInnen notwendig, die gegenwärtig in Österreich aufgrund der im Wege der Leistungsvereinbarungen gestiegenen Mittel stattfindet (und auch gefordert wird, um die Mittel zu erhalten).

¹³ Kleinere AkteurInnen (hinsichtlich ihrer Allokationsvolumina) sind der auf Wien beschränkte WWTF und der nunmehr hauptsächlich auf wirtschaftswissenschaftliche Forschungsförderung fokussierte Jubiläumsfonds der OeNB.

In Hinblick auf die Basisförderung, die den öffentlichen Universitäten im Rahmen der Leistungsvereinbarungen zukommen, erschiene eine Reform des Instruments der Leistungsvereinbarungen mit den Universitäten in Hinblick auf eine Verlagerung der Mittelallokation nach stärker wettbewerblichen Verfahren (stärkere Verteilung nach Ex-post-Forschungsevaluierung, statt etwa nach der Zahl der WissenschaftlerInnen) zwar grundsätzlich möglich. Eine Reform wäre aber sicher nicht unmittelbar umsetzbar, nicht zuletzt, weil das Instrument in Vorbereitung der aktuellen Periode eben erst neu geregelt wurde (Österreichischer Wissenschaftsrat 2020; Bundesministerien 2019, 71 und 122), und abzuwarten gilt, wie sich die nunmehr vorgesehene Verwendung von (wenigen) Indikatoren in der Allokation ex post etablieren wird. Ein solches indikatoren-basiertes Element der wettbewerblichen Mittelverteilung scheint angesichts der verhältnismäßig geringen Dotierung als gerechtfertigt; ein systematisches Evaluierungsverfahren zu etablieren dagegen wäre aufwändig und würde eine detaillierte Analyse und Vorbereitung voraussetzen, bevor sie implementiert werden könnte (zur Diskussion dieser Thematik im britischen Kontext siehe den Bericht von Wilsdon et al. 2015).

4.1.3 Strukturelle Aspekte zur Leistungssteigerung außerhalb der Finanzierung

Ähnlich wie für die Modalitäten der Mittelallokation sind auch noch strukturelle Aspekte des österreichischen FTI-Systems in Hinblick auf eine mögliche Steigerung der Leistung der Grundlagenforschung zu beleuchten. Dabei können folgende Bereiche unterschieden werden: Karriere- und Ausbildungsstrukturen für das wissenschaftliche Personal sowie systemische Aspekte in der österreichischen Grundlagenforschungs- und Hochschullandschaft.

Personal

Die zentralen TrägerInnen der Forschung sind die WissenschaftlerInnen selbst; zum größten Teil sind diese an den staatlichen Hochschulen angestellt. Zwei mögliche Hebel für eine Unterstützung ihrer Forschungsleistung (oder für eine Steigerung der internationalen Attraktivität Österreichs) sind ein noch breiterer Einsatz von Tenure-Track-Stellen anstatt befristeter Verträge für WissenschaftlerInnen am Anfang ihrer Karriere (Pechar 2017). Das österreichische Tenure-Track-Modell wird nicht flächendeckend eingesetzt und weist auch gegenüber internationaler Best Practice Besonderheiten auf; z. B. werden auch positiv Evaluierete nicht automatisch auch ProfessorIn. Zudem erhalten auf Tenure-Track-Stellen Berufene nach einer positiven Evaluierung nicht automatisch die gleiche (Personal-)Ausstattung wie auf ProfessorInnen-Stellen Berufene. Trotzdem stellt das österreichische Tenure-Track-Modell eine deutliche Verbesserung der bisherigen

Karrierestrukturen an den Universitäten dar, weil es die Möglichkeit zur leistungsbasier-ten Qualifizierung für eine ProfessorInnen-Stelle vorsieht.

Eine weitere wichtige Maßnahme wäre, den in den letzten Jahren erfolgten Aufbau von strukturierten Doktoratsprogrammen beziehungsweise Doktoratsschulen an den Uni-versitäten flächendeckend auszubauen und dabei insbesondere dafür zu sorgen, dass ein größerer Anteil des wissenschaftlichen Nachwuchses im Rahmen von mehrjährigen Anstellungsverhältnissen eingebunden ist (Rat für Forschung und technologische Ent-wicklung 2019a). Nur so kann eine systematische und professionelle Betreuung ange-hender WissenschaftlerInnen geleistet werden, die viele Vorteile gegenüber dem klassischen Lehrlings-Meister-Modell bietet (Pechar, Campbell, und Brechelmacher 2008; Mitterauer, Hertlein, und König 2008).

Systemische Aspekte

Systemische Aspekte betreffen sowohl die Wechselwirkungen zwischen Lehre und For-schung an den Universitäten, die Wechselwirkungen zwischen Universitäten und Fach-hochschulen und auch zwischen Universitäten und anderen außeruniversitären For-schungseinrichtungen.

An einigen Universitäten binden hohe Studierendenzahlen die Kapazität der Forschen-den; eine Reduktion des Lehraufwands auf im internationalen Bereich (oder bei erfolg-reichen Ländern) übliche Niveaus etwa durch ein Studienzugsmanagement könnte zusätzliche Kapazitäten für die Forschung freimachen. Nachdem eine weitere Steigerung von Hochschulqualifizierten aber überaus sinnvoll ist, müsste das Hochschulsystem an anderen Stellen expandieren – ein Ausbau des FH-Sektors wäre ökonomisch günstiger, da der Lehranteil der Unterrichtenden dort wesentlich höher ist (oder sein sollte) als an Universitäten und somit pro Studierenden weniger Gelder für Forschung anfallen wür-den.

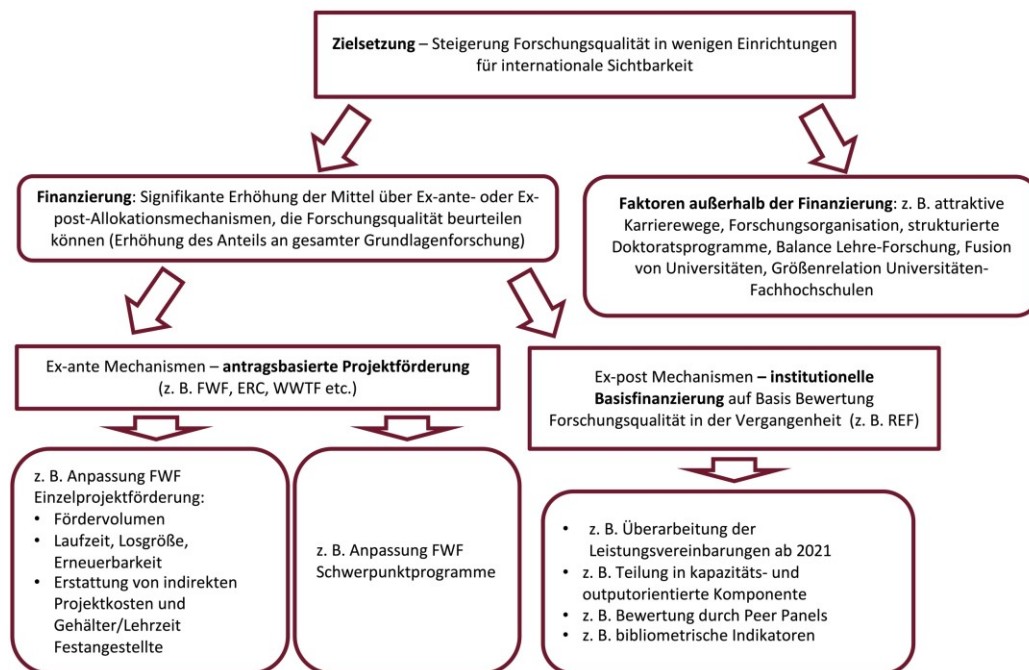
Weitere systemische Aspekte betreffen die Frage des Verhältnisses zwischen Universi-täten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Mit dem IST Austria wurde ein Grundlagenforschungsinstitut nach internationaler Best Practice aufgesetzt, das es bei weiterem Wachstum mit hoher Wahrscheinlichkeit in die Topplatzierungen von Standardrankings schaffen wird. Abseits der Frage der Finanzierung hat das IST einige Strukturen nach internationalem Vorbild übernommen, etwa sein Tenure-Track-Modell, seine Doktoratsschule oder die starke Betonung der Einwerbung von Drittmitteln als An-forderung an die WissenschaftlerInnen. Damit österreichische Universitäten diese Struk-turen imitieren können, wären (abseits der Frage der Finanzierung) aber teils Gesetzesänderungen nötig, etwa hinsichtlich der Karrierestrukturen. Mit Bezug auf Drittmittel ist aber zu beachten, dass die Bedeutung von Drittmitteln über die Disziplinen stark variiert und die naturwissenschaftliche Ausrichtung des IST hier gegenüber etwa

stärker geisteswissenschaftlich orientierten Einrichtungen eine strukturell bedingte höhere Drittmittelintensität nach sich zieht.

Daneben existieren einige exzellente kleinere Forschungseinrichtungen der ÖAW, wie das IMBA oder das CEMM, die nicht Teil von Universitäten sind und deren Forschungsleistung daher auch nicht in die Rankings dieser Universitäten einfließt. Als außeruniversitäre Forschungseinrichtung entfällt der Lehraufwand; eine Voraussetzung für die Integration solcher Einrichtung in Universitäten, um etwa von Synergien zu profitieren oder auch von interdisziplinären Kooperationen, wäre aber wie oben beschrieben eine Neuregelung der Lehraufgaben an Universitäten. Schließlich wird immer wieder über die Fusion von Universitäten in Österreich diskutiert (Polt et al. 2015). Eine Fusion etwa der Medizin- und Volluniversitäten würde nicht direkt eine Leistungssteigerung bringen; indirekt könnten aber diese fusionierten Einrichtungen international sichtbarer sein und daher Vorteile in der Rekrutierung erhalten.

Abbildung 14 fasst die unterschiedlichen Hebel zur Leistungssteigerung zusammen, unter der Annahme, dass die Zielsetzung der FTI-Politik eine Steigerung der Forschungsleistung nicht quer über alle Grundlagenforschungseinrichtungen, sondern eine Auswahl an Einrichtungen betrifft, die sich entsprechend stärker steigern können.

Abbildung 14: Mögliche Maßnahmen für die Steigerung der Forschungsleistung



Quelle: Janger (2019).

4.2 Wirkung der Grundlagenforschung steigern

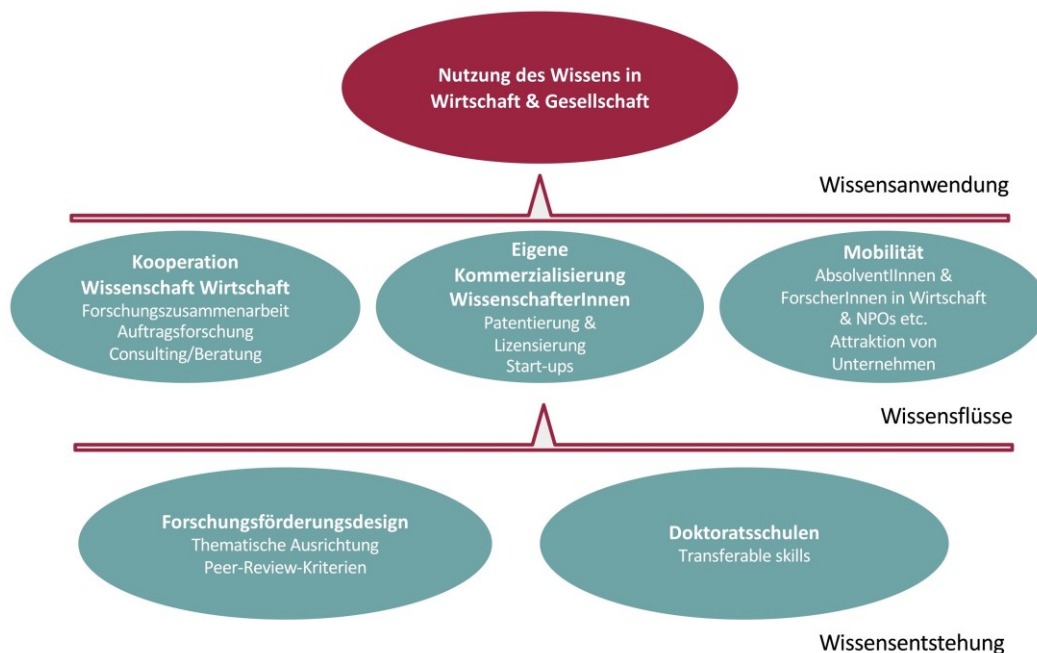
In der Grundlagenforschung entsteht nicht nur neues (kodifiziertes und stilles) Wissen, sondern die ForscherInnen eignen sich auch neue Fähigkeiten an, z. B. in der Doktoratsausbildung, aber auch später. Dieses Wissen und diese Fähigkeiten können über viele Kanäle ihren Weg zu Anwendungen in Wirtschaft und Gesellschaft führen, z. B. durch Erfindungen, die zu neuen Produkten führen (und damit zu Wirtschaftswachstum) oder zu Problemlösungen für aktuelle Herausforderungen wie den Klimawandel. Eine detaillierte Darstellung dieser unterschiedlichen Möglichkeiten findet sich in Janger, Firgo, Hofmann, Kügler, et al. (2017). Abbildung 15 zeigt eine schematische Darstellung, wo FTI-politisch potenziell angesetzt werden kann, um die Wirkungen der in der Grundlagenforschung entstehenden Wissensbestände und Fähigkeiten zu steigern.

Schon in der Förderung der Forschung selbst kann über thematische Schwerpunktsetzungen und Förderkriterien versucht werden, Wirkungsaspekte zu adressieren; auch über Doktoratschulen, die dem Verständnis der Autoren nach Bestandteil der Grundlagenforschung sind, können Fähigkeiten bewusst vermittelt werden, die DoktorandInnen dabei helfen, ihre Kenntnisse und Fähigkeiten später in Wirtschaft und Gesellschaft anwenden zu können.

Das neu geschaffene Wissen beziehungsweise die Fähigkeiten können dann über unterschiedliche Kanäle wirtschaftlich oder gesellschaftlich wirksam werden: über Forschungsk Kooperationen zwischen Forschungseinrichtungen, Unternehmen, NPOs etc.; über eigene Kommerzialisierung des Wissens über Patentierung oder Start-ups¹⁴; oder über Personenmobilität („embodied knowledge“), wenn etwa PhD-AbsolventInnen in die Wirtschaft wechseln, oder ForscherInnen von einer akademischen Einrichtung in die Wirtschaft wechseln¹⁵; auch die Attraktion von Unternehmensforschungseinrichtungen wird hier inkludiert (Abramovsky, Harrison, und Simpson 2007). Wir diskutieren österreich-spezifische Ansatzpunkte in diesen Hebeln im Anschluss, wobei Doktoratsschulen und Mobilität gemeinsam diskutiert werden.

¹⁴ Siehe zu den beiden großen Kanälen „engagement“ und „commercialisation“ den Überblick von Perkmann et al. (2013).

¹⁵ „The best way to send information is to wrap it up in a person“, wie Robert J. Oppenheimer meinte (Pais und Crease 2007, 90).

Abbildung 15: Ansatzpunkte für Steigerung der Wirkung des Grundlagenwissens

Quelle: Eigene Darstellung der Autoren.

4.2.1 Wirkungsorientierung in der Forschungsförderung

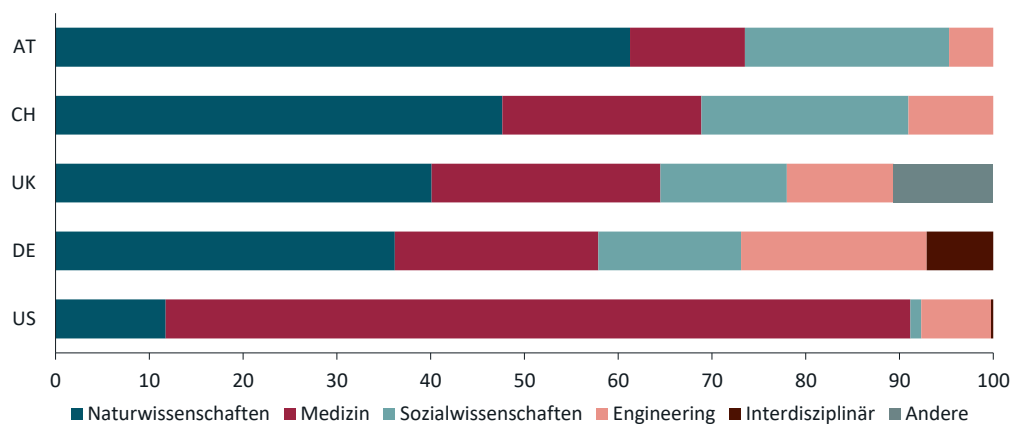
Anhand des bereits zitierten Vergleichs der Grundlagenforschungsförderungsfonds (Janger, Schmidt, und Strauss 2019) weist der FWF einen geringen Anteil translationaler Programme auf, d. h. Programme, die versuchen, Erkenntnisse und Ideen aus der Grundlagenforschung auf Anwendungsperspektiven hin zu untersuchen und weiterzuentwickeln. Das vom damaligen Infrastrukturministerium beauftragte Programm Translational Research wurde 2012 eingestellt, ein kleines neues einschlägiges Programm wurde mit Connecting Minds Anfang des Jahres eingeführt und ist nicht in dem internationalen Vergleich enthalten.¹⁶

Abbildung 16 zeigt, dass „Engineering“, d. h. die technischen Wissenschaften, in denen in der Regel eine grundsätzlich hohe Anwendungsperspektive gegeben ist („use-inspired basic research“) (Stokes 1997), einen geringen Anteil an der Einzelprojektförderung des FWF aufweist. Dies kann mehrere Gründe haben und müsste näher untersucht werden: zunächst müsste die Frage geklärt werden, wie die disziplinäre Verteilung in der Einzelprojektförderung zustande kommt: gibt es eine Vorabverteilung des Budgets nach Disziplinen oder ist die Verteilung rein das Bottom-up-Resultat der einzelnen Projektbewilligungen? Im zweiten Fall kann auch eine unterdurchschnittliche Qualität

¹⁶ <https://www.fwf.ac.at/de/forschungsforderung/fwf-programme/connectingminds/>

der Einreichungen vorliegen, oder für die ForscherInnen attraktivere (im Sinn z. B. von höheren Erfolgsquoten oder des Förderdesigns, wie z. B. Overheads) Fördermöglichkeiten etwa auf EU-Ebene oder auch in Österreich. In Österreich wird etwa die Kooperation zwischen Wissenschaft und Wirtschaft stark gefördert (über die FFG, siehe z. B. die CO-MET-Programme oder die Christian-Doppler-Labors), die oft technische Wissenschaften betreffen; es gibt aber auch starke Nachfrage der Unternehmen nach Auftragsforschung, Beratung, die Ressourcen für (anwendungsorientierte) Grundlagenforschung bindet.

Abbildung 16: Anteile der Fachdisziplinen bei der Finanzierung von Einzelprojekten, 2017



Quelle: Janger, Schmidt, und Strauss (2019).

Ein weiterer Punkt im Vergleich der Fonds waren die Kriterien, auf die die Reviewer in der Beurteilung der Anträge eingehen sollen. Hier zeigen sich klare Unterschiede zwischen den D-A-CH Fonds DFG, FWF und SNSF, die den potenziellen Impact des Projekts auf Wirtschaft und Gesellschaft nicht bewerten müssen, und den angelsächsischen Fonds sowie den Niederlanden, die diese Bewertung verlangen. In den Niederlanden und dem Vereinigten Königreich müssen die ForscherInnen im Antrag sogar konkret skizzieren, wie ihre Forschungsergebnisse „Impact“ entfalten könnten („pathways to project impact“) (siehe Tabelle 2). Es gibt aber keine empirische Evidenz, ob die Inklusion solcher Kriterien die Wirkung der Forschung verbessert (oder ob umgekehrt die Qualität der Forschung unter solchen Anwendungskriterien leidet). Hier ist deshalb mehr Forschung notwendig.

Tabelle 2: Kriterien für den Review-Prozess im Detail, 2017

Land	AT	CH	DE	NL	UK	US	
Fonds	FWF	SNSF	DFG	NWO	UKRI	NIH	NSF
„overall impact“	ro	ro	ro	ro	ro	ro	ro
„scientific quality of project“	ro	ro	ro	ro	ro	ro	ro
„qualifications of investigator“	ro	ro	ro	ro	ro	ro	ro
„feasibility“	ro	ro	ro	ro	ro	ro	ro
„suitability of environment“	gr	gr	ro	gr	gr	ro	gr
„funding resources“	ro	gr	ro	ro	ro	gr	ro
„pathways to project impact“	gr	ro	ro	ro	ro	gr	ro

Quelle: Janger, Schmidt, und Strauss (2019).
 Legende; rosa: ist ein Kriterium; grau: ist kein Kriterium.

4.2.2 Kooperation Wissenschaft Wirtschaft

Die Kooperation zwischen ForscherInnen an Hochschulen und ForscherInnen in Unternehmen wurde schon in Kapitel 3 zumindest soweit anhand der verfügbaren Indikatoren messbar als im europäischen Vergleich sehr intensiv bezeichnet. Es gibt dafür zahlreiche gut dotierte Förderprogramme v. a. der FFG. Ein weiterer Ausbau scheint diesbezüglich nicht prioritär; es besteht eher das Risiko eines negativen Trade-offs mit der Forschungsqualität, nachdem sich Universitäten z. B. eindeutig in ihrer inhaltlichen Forschungsausrichtung nach den verfügbaren Geldquellen richten. Wenn Wachstumsmöglichkeiten hauptsächlich durch Drittmittel möglich sind, die angewandte Forschung fördern (und dabei zusätzlich attraktivere Bedingungen bieten, wie z. B. Overheads) wird dies die Richtung der Forschungsanstrengungen von ForscherInnen an Hochschulen beeinflussen (Janger, Schmidt, und Strauss 2019), wobei konkrete Prognosen und Effekte sich aus der verfügbaren Fallevidenz nicht ableiten lassen. Auch hier wären detailliertere Evaluierungen, die auch explizit einen möglichen Trade-off betrachten, notwendig.

4.2.3 Eigene Kommerzialisierung

In der Unterstützung von ForscherInnen an Hochschuleinrichtungen für die Patentierung oder Lizenzierung von Erfindungen hat sich in den letzten Jahren viel getan, was direkt durch das BMBWF beeinflusst werden kann, etwa durch die NCP-IP (Nationale Kontaktstelle für Wissenstransfer und Geistiges Eigentum); aber auch für die Unternehmensgründungen auf Basis von Inkubatorprogrammen wie z. B. den AplusB-Programmen.

Die Unternehmensdynamik bei innovativen Start-ups und ihrem Wachstum ist in Österreich aber nach wie vor ein zentrales Problemfeld (siehe Kapitel 3). Dies hängt mit unterschiedlichen Ursachen zusammen, darunter der Kapitalmarktregulierung in Österreich, den rechtlichen Rahmenbedingungen für Risikokapitalfonds, den Möglichkeiten für Pensions- und Versicherungsfonds, in Risikokapitalfonds zu investieren etc. (Peneder 2013; Gassler und Sellner 2015; Keuschnigg und Sardadvar 2019). Eine Unterstützung des BMBWF für Reforminitiativen seitens der zuständigen Ministerien BMDW und BMF wäre hier zu begrüßen, um auch die Wirkung der Grundlagenforschung zu unterstützen.

Eine weiterer zentraler Hebel dafür ist allerdings die Forschungsqualität selbst, d. h. je bahnbrechender die Forschungsergebnisse aus der Grundlagenforschung sind, desto eher die Wahrscheinlichkeit einer Kommerzialisierung durch die ForscherInnen, mehrere empirische Studien weisen hier einen positiven Zusammenhang nach (Zucker, Darby, und Brewer 1998; Di Gregorio und Shane 2003; Van Looy et al. 2011). Deshalb zahlen alle Bemühungen, die Forschungsqualität in Österreich zu steigern (Kapitel 4.1) auch in die wirtschaftliche und gesellschaftliche Wirkung von Grundlagenforschung ein.

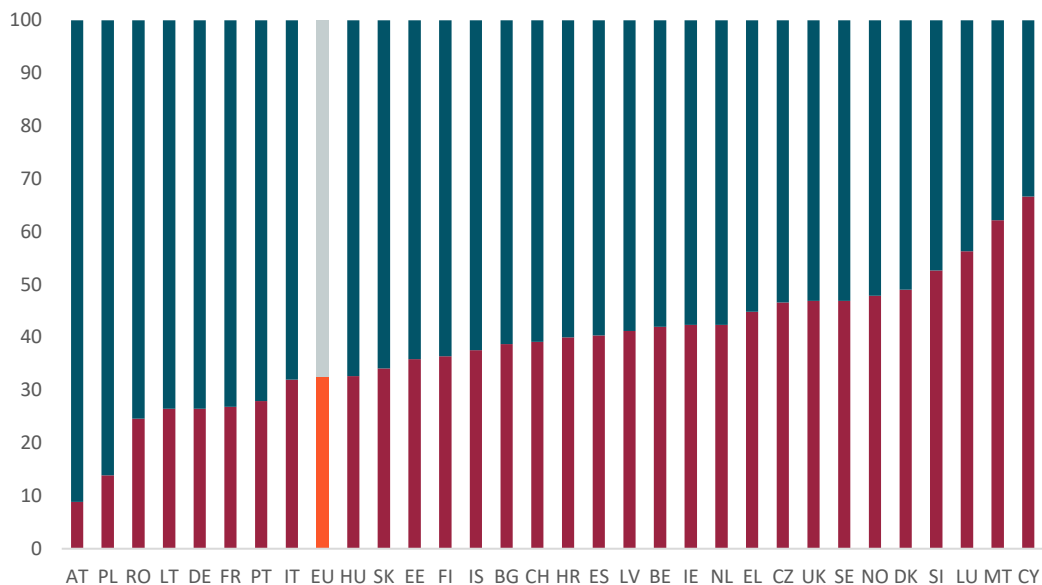
4.2.4 Mobilität Wissenschaft Wirtschaft

Schon während der Doktoratsausbildung können angehende ForscherInnen Fähigkeiten erwerben, die es ihnen später erleichtern, ihre Forschungsergebnisse zu kommunizieren, anzuwenden oder mit anderen weiterzuentwickeln, sogenannte Transferable Skills (z. B. Entrepreneurship, Projektmanagement, Kommunikation, Team-Zusammenarbeit etc.). Abbildung 17 zeigt, wie hoch (oder besser wie niedrig) im europäischen Vergleich der Anteil der Studierenden in Österreich im Jahr 2016 war, die ein Training in „Transferable Skills“ erfahren haben. Der aktuelle MORE4-Survey ist schon im Feld und zeigt etwas bessere Resultate für Österreich; grundsätzlich müssen diese Zahlen mit Vorsicht interpretiert werden, da die Repräsentativität nach Karrierestufen im Survey schwankt und gerade bei Doktoratsstudierenden die Population sehr stark wechselt. Die Zahlen hängen aber sicher mit der (damals) geringen Verbreitung von strukturierten Doktoratsprogrammen in Österreich zusammen. Flächendeckende strukturierte Doktoratsprogramme sind auch aus Gründen der Betreuungsqualität eine klare Empfehlung, man kann in ihnen Zusatzmodule zu „Transferable Skills“ besser integrieren als in das klassische „Meister-Lehrling“-Doktoratsstudium.

Strukturierte Doktoratsprogramme an renommierten Universitäten ziehen zudem zahlreiche Studierende aus dem In- und Ausland an (siehe etwa das PhD-Programm des IST Austria). Auch hier ist damit eine Verbindung zur Forschungsqualität gegeben, die talentierte Studierende anzieht, ebenso wie forschungsintensive Unternehmen (Abramovsky, Harrison, und Simpson 2007). Dieser Mechanismus funktioniert z. B. hervorragend in

den High-Tech-Regionen der USA, die über prestigereiche Universitäten talentierte (PhD)-Studierende anziehen, die dann oftmals in die Wirtschaft zu innovationsintensiven Unternehmen etwa im Silicon Valley wechseln. Wenig ist hingegen darüber bekannt, wie häufig ForscherInnen aus dem akademischen Bereich in die Wirtschaft oder andere gesellschaftliche Bereiche wechseln und welche Faktoren diesen Wechsel bestimmen. Auch hier sind nähere Analysen notwendig.

Abbildung 17: Anteil der DoktorandInnen, die Training in Transferable Skills erhalten, 2016



Quelle: Janger, Kügler, Hofmann, Strauss, et al. (2017).

Legende: rot = Training in Transferable Skills; blau = kein Training in Transferable Skills.

Im Fazit ergeben sich als Hebel für die weitere Steigerung der Wirkung der Grundlagenforschung in Österreich die Verbesserung aller Rahmenbedingungen für die Gründung und das Wachstum innovationsintensiver Unternehmen, mit besonderer Berücksichtigung von Gründungen aus dem akademischen Bereich; eine Steigerung der Forschungsleistung (siehe Kapitel 4.1) aufgrund der Wechselwirkung mit der Wirkung der Grundlagenforschung; sowie ein gezielter Ausbau des Anteils der DoktorandInnen, die im Rahmen der nunmehr etablierten strukturierten Doktoratsprogramme in einem mehrjährigen Beschäftigungsverhältnis zur Universität stehen. In anderen Bereichen sind weitere Analysen notwendig (z. B. Design der Forschungsförderung; Trade-off Kooperationsförderung und Forschungsqualität).

4.3 Richtung der Grundlagenforschung lenken

Die aktive strategische Beeinflussung beziehungsweise Lenkung, in welche Richtung sich Forschung entwickelt, ist auch in Österreich zweifelsohne zuletzt stärker thematisiert worden. Das folgt einem internationalen Trend, wie vorne dargelegt, und hat mit internationalen Empfehlungen wie etwa den Sustainable Development Goals (SDG) zu tun. Um diese Ziele zu erreichen – beziehungsweise um den damit identifizierten, gesellschaftlichen Herausforderungen mit adäquaten Lösungen zu begegnen – spielt eine transformative, das bedeutet sozio-technologische Veränderung induzierende FTI-Politik eine zentrale Rolle, sie ist aber zugleich Teil einer größeren Anstrengung, welche sich ebenso auf staatliche Regulierung, zivilgesellschaftliches Engagement, unternehmerische Innovationen etc. konzentriert. Umgekehrt bedeutet das auch, dass eine diesen Zielen verbundene FTI-Politik sich wesentlich hinsichtlich ihrer Reichweite, dem Einbezug von AkteurInnen und dem zugrundeliegenden Verständnis von Innovation von traditionellen Formen unterscheidet (Geels 2020).

4.3.1 Kennzeichen soziotechnologischer Transformationspolitik

Es gibt eine Reihe von Versuchen, die Kennzeichen einer richtungsgebenden, auf soziotechnologische Transformation abzielenden FTI-Politik zu beschreiben (Weber und Rohrer 2012; Kallerud et al. 2013; Diercks, Larsen, und Steward 2019). Die folgenden drei Aspekte können jedenfalls als relevant gesehen werden: Erstens ist der Anspruch auf inter- und transdisziplinäre Forschung zu nennen, dabei auch zivilgesellschaftliche AkteurInnen sowie die Sozial-, Kultur- und Geisteswissenschaften (GSK) einzubinden, von denen angenommen wird, dass sie in der Lage sind, gesellschaftliche Herausforderungen zu beschreiben und analytisch zu erfassen (König 2019). Zweitens handelt es sich um kein rein nationalstaatliches Projekt; die Einbettung in internationale Zielsetzungen ist vielmehr eine wesentliche Voraussetzung. Drittens wird erwartet, dass innerhalb einer Zielverfolgung alle Aspekte von Forschung und Innovation eine Rolle spielen – von der Grundlagenforschung bis hin zur experimentellen Entwicklung.

Die Grundlagenforschung ist im Kontext einer richtungsgebenden FTI-Politik in einer ambivalenten Position. Einerseits kommt Grundlagenforschung nicht nur für die Sicherstellung von Impact (wie in Kapitel 4.2 beschrieben) hinsichtlich der spezifischen Herausforderungen, für die Lösungen gesucht werden sollen, eine besondere Bedeutung zu. Aufgrund der angenommenen „Tiefe“ und „Länge“ der notwendigen gesellschaftlichen Transformation wird die Grundlagenforschung als notwendig dafür gesehen, neue wissenschaftliche Erkenntnisse und völlig neue Technologien bereitzustellen, die effektiv zur Bewältigung der Herausforderungen beitragen. Andererseits ist eine richtungsgebende FTI-Politik in Bezug auf die Grundlagenforschung heikel, weil dadurch ein wesentlicher Aspekt ihrer potentiellen Stärke – die Beschäftigung mit einem Thema, welches

möglicherweise erst zu einem späteren Zeitpunkt eine gesellschaftliche Relevanz erhalten könnte – in Gefahr gebracht wird.

In rezenten Entwürfen zu einer transformativen FTI-Politik wird versucht, auf unter anderem dieses Bedenken durch die „Missionsorientierung“ einzugehen. Missionsorientierte Innovationspolitik bezeichnet die Idee, einer spezifischen gesellschaftlichen Herausforderung durch (staatliche wie suprastaatliche) Interventionen zu begegnen (Mazzucato 2018; Kuittinen et al. 2018). Argumentiert wird, dass in solchen Missionen der Bottom-up-Charakter in Form einer angewandten (oder lösungsorientierten) Grundlagenforschung im Sinne von „Pasteurs Quadranten“ (Stokes 1997) und unter dem gelegentlich verwendeten Begriff der „Frontier Research“ Platz finden sollen. Zu betonen ist freilich, dass dies bisher Annahmen sind, für die es wenig empirische Evidenz und auch kaum Best-Practice-Modelle gibt. Im Kontext der österreichischen FTI-Politik kann daher im Folgenden nur erfasst werden, ob es gegenwärtig Instrumente und Maßnahmen gibt, die auf Richtungslenkung in der Grundlagenforschung abzielen.

4.3.2 Elemente gerichteter Grundlagenforschung in Österreich

Seit 2014, mit Inkrafttreten der aktuellen Ausgabe des europäischen Rahmenprogramms für Forschung und Innovation, „Horizon 2020“, ist dieses Programm in drei Säulen unterteilt, von denen eine sich explizit sieben so genannten „Societal Challenges“ widmet. Damit soll unter anderem dem transformativen Charakter von Forschung und Entwicklung Rechnung getragen werden. Aufgrund des Erfordernisses kooperativer Forschung über die Ländergrenzen hinweg ist die hier geförderte Forschung per se supranational; auch die Einbindung zivilgesellschaftlicher AkteurInnen sowie die Integration von GSK ist ein wesentliches Anliegen dieser Säule (Schögler und König 2017; Swinnen, Lemaire, und Kania 2019). Diese Auflagen entsprechen den Ideen transformativer FTI-Politik, werden aber ebenfalls als bürokratisch kritisiert. Zwischen 2014 und 2019 sind rund 554 Mio. € im Rahmen der zweiten Säule an österreichische Forschungseinrichtungen gegangen – davon kann angenommen werden, dass 40 Prozent der Grundlagenforschung zufließen (siehe 7.2.2 im Anhang), die Erfolgsquote der Projekte mit österreichischer Beteiligung waren um mehr als zwei Prozentpunkte höher als die aller beteiligten Staaten.¹⁷

Dass die europäischen Forschungsförderungsprogramme auf nationale Forschungspolitik einen Einfluss haben, ist lange bekannt (Kastrinos 2010; Ulicane 2015), doch wie dies im Fall der transformativen FTI-Politik in Österreich in Bezug auf die Grundlagenforschung aussieht, ist im Detail zu betrachten. Dass transformative Innovationspolitik auch

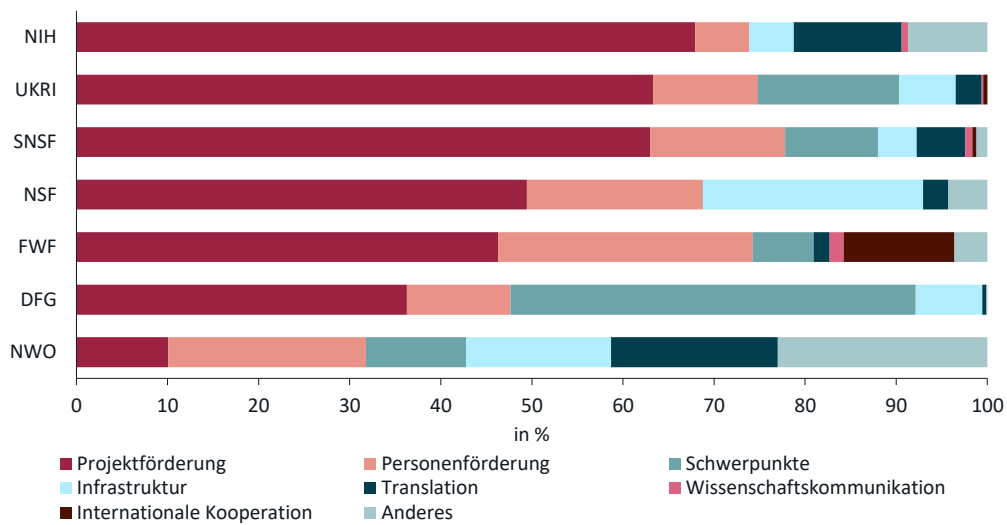
¹⁷ Die Angaben stammen von der FFG (2020, 39) – zusammengefasst sind hier die Angaben zu „Societal Challenges“ sowie „Science with and for Society“.

in Österreich Fuß gefasst hat, ist daran zu erkennen, dass hierzulande strategische Missionen formuliert worden sind beziehungsweise gerade ausformuliert werden. Ersteres ist etwa im Bereich der Klima- und Energiepolitik der Fall, Zweiteres im Bereich der Digitalisierung.¹⁸ Im Bereich der Digitalisierung ist eine Mission in Ausarbeitung (BMDW 2020); allerdings wird dabei auf die Grundlagenforschung nicht explizit Bezug genommen (was auf den noch recht frühen Status hinweist, in dem sich die Ausarbeitung dieser Mission befindet). Wie in vielen anderen Ländern und aufgrund internationaler Abkommen ist auch in Österreich im Bereich der Klima- und Energiepolitik schon vor längerem ein Handlungsdruck entstanden, der dem Charakter einer „Mission“ entspricht (zuletzt siehe BMNT und BMVIT n.d.).

Während die Zahl der Strategiedokumente wächst, in denen die politischen Ziele von Missionen definiert werden und (manchmal) auch ausgesprochen wird, wie diese Ziele erreicht werden sollen, ist empirische Evidenz für ihr Funktionieren bislang nur in geringem Ausmaß vorhanden (siehe allerdings zuletzt Biegelbauer et al. 2020). Ein internationaler Vergleich hat zuletzt festgestellt, dass die Förderung umweltbezogener Technologieentwicklungen hierzulande eigentlich seit zwei Jahrzehnten stagniert (Bittschi und Sellner 2020, 10–11), was natürlich gleichfalls auf den (geringen) Anteil der Förderung, der davon für Grundlagenforschung verwendet wird, zutrifft. Mit dem Klima- und Energiefonds (KLIEN) wurde immerhin ein eigenständiger Träger einer faktisch missionsorientierten Innovationspolitik gegründet. Die Förderung von Grundlagenforschung steht dem KLIEN an sich als Instrument zur Verfügung, wird im Augenblick jedoch explizit nicht in Anwendung gebracht (Klima- und Energiefonds 2019, 9).

Grundsätzlich zeigt sich, dass Österreich im internationalen Vergleich nach wie vor stark auf einen Bottom-up-Ansatz in der Forschungsförderung vertraut. Dies ist insbesondere in der Grundlagenforschung der Fall; so ist etwa die Einzelprojektförderungsschiene des FWF ausschließlich nachfrageorientiert (Abbildung 11), und auch sonst gibt der Fonds verhältnismäßig wenige Mittel für thematische Schwerpunktsetzungen und Translationsprogramme aus (Abbildung 18). Die geringe thematische Orientierung des FWF kann auch als historischer Atavismus gesehen werden (Pichler, Stampfer, und Hofer 2007; Aichner 2010), sie ist aber jedenfalls Ausdruck der oben genannten ambivalenten Rolle, in der sich die Grundlagenforschung im Kontext einer transformativen FTI-Politik befindet.

¹⁸ Diese beiden Themenbereiche wurden im vorliegenden Gutachten ja auch herangezogen, um die Leistungsfähigkeit des österreichischen FTI-Systems zu beleuchten; siehe auch Tabelle 7 im Anhang.

Abbildung 18: Ausschüttungssummen nach Programmtypen, 2017

Quelle: Janger, Schmidt, und Strauss (2019).

Angesichts der geringen Schwerpunktbildung ist nicht weiter überraschend, dass der FWF in seinen Ausschreibungsunterlagen keine Auflagen zur Interdisziplinarität hat;¹⁹ dies erscheint angesichts der geringen Dotierung und im Rahmen einer grundsätzlichen Bottom-up-Ausrichtung auch als wenig sinnvoll. Internationale Kooperation hingegen spielt für den FWF durchaus eine große Rolle (2009: rund 6 Prozent des Jahresfördervolumens, 2018: 13 Prozent), was in erster Linie in Form von binationalen Forschungsabkommen sowie über eine Programmlinie des europäischen Forschungsrahmenprogramms stattfindet. Der Umstand, dass der FWF in keine nationale (oder internationale) Mission zur Erreichung von Zielsetzungen eingebunden ist, bestätigt den grundsätzlich themenoffenen Zugang.

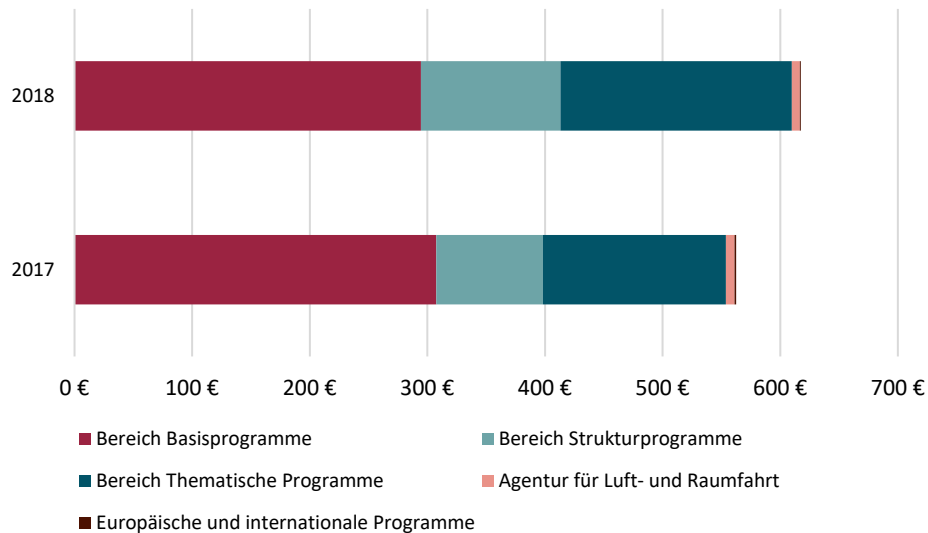
An dieser Stelle ist aus Systemperspektive noch einmal zu betonen, dass auch die wettbewerbliche (themenoffene) projektbasierte Forschungsförderung über den FWF im internationalen Vergleich sehr niedrig ist, und dass es in Österreich an alternativen Finanzierungsquellen (wie etwa private Stiftungen) fehlt (siehe Kap. 4.1.2). Im Fall der projektbasierten Grundlagenforschungsförderung sollte eine zusätzliche themenspezifische Förderung keinesfalls zulasten der themenoffenen Forschungsförderung gehen, wie sie vom FWF geleistet wird.

Die Aufgabe thematischer Forschungsförderung fällt in Österreich traditionell der Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) – die als Schwestergesellschaft zum FWF eher die angewandte Forschung finanziert – zu. Allerdings ist es auch im Fall der FFG so, dass ein

¹⁹ Zur Schwierigkeit, interdisziplinäre Forschung im Rahmen der Grundlagenforschung zu etablieren, siehe etwa König und Gorman (2016).

hoher Anteil ihres jährlichen Fördervolumens in die themenoffenen Basisprogramme sowie Strukturprogramme fließt, und zwar insgesamt rund 70 Prozent (Abbildung 19).

Abbildung 19: FFG-Fördersummen nach Bereich (Gesamtförderung, in Mio. €)



Quelle: Bundesministerien (2019, 79).

Die verbleibenden rund 30 Prozent sind im Portfolio der FFG in fünf Themen strukturiert, welche jeweils in einer Reihe von Programmen aufgeteilt sind.²⁰ Als Innovationsagentur beansprucht die FFG durchaus, die gesamte Bandbreite an Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten zu unterstützen; dennoch sind ihre Programme primär auf angewandte Forschung und Entwicklung ausgerichtet (daher die Annahme, dass 5 Prozent der Förderaktivitäten der FFG der Grundlagenforschung dient; siehe 7.2.1 im Anhang). Im Portfolio der FFG gibt es derzeit konkret ein Programm (im Themenbereich Sicherheit), welches die Einbindung der Geistes-, Kultur- und Sozialwissenschaften explizit vorsieht (Katz und Niederl 2018).

Man kann also sagen, dass in Österreich vor allem über die Beteiligung am europäischen Rahmenprogramm eine transformative, richtungsgebende FTI-Politik stattfindet, bei der auch die Grundlagenforschung in größerem Maße einbezogen ist. Hinsichtlich der heimischen Aktivitäten ist dagegen deutlich, dass programmatische, themenbezogene, richtungslenkende Programme in der Minderzahl sind und diese kaum die Grundlagenforschung mit einbeziehen. Wenn die FTI-Politik also stärker auf die Richtung von Forschungsanstrengungen in Österreich Einfluss nehmen will, stehen ihr derzeit im

²⁰ Diese sind: Energie, Stadt und Umwelt; Informations- und Kommunikationstechnologien; Material und Produktion, Nano- und Quantentechnologien; Mobilität; Sicherheit. Siehe <https://www.ffg.at/thematische-programme>

internationalen Vergleich nur gering dotierte Instrumente zur Verfügung. Eine Einführung von thematischen Programmen beim FWF oder eine Ausweitung dieser Programme bei der FFG wären aber nur ein Baustein einer pro-aktiven Politik, die versucht, mit einem ganzheitlichen Politikansatz spezifische gesellschaftliche Herausforderungen zu bewältigen. Die FTI-Politik müsste sich dazu mit anderen Politikbereichen koordinieren, um ein adäquates Bündel von Maßnahmen einzusetzen.

Was wären – für den Fall, dass dies als politisches Ziel definiert würde – mögliche Hebel, die Richtung der Grundlagenforschung stärker zu lenken? Maßgebliche Voraussetzung wäre ein politischer Konsens, missionsorientierte Innovationspolitik zur Lösung einer bestimmten gesellschaftlichen Herausforderung zu verfolgen, und in diesem Rahmen dann auch Grundlagenforschung zuzulassen. Wenn dies der Fall sein sollte – und es gibt sicher gute Gründe, dies in Themenbereichen zu tun, in denen eine strategische Absichtserklärung wie bei der Digitalisierung und der Klima- und Energiepolitik bereits erfolgt ist – dann ist jedenfalls auch ein anderer Governance-Ansatz notwendig. Es bedarf nämlich einer pro-aktiven Erarbeitung einer Zielversion für ein System (z. B. Energieproduktion und -verteilung), dann koordiniert Maßnahmen dazu zu konzipieren (z. B. Experimentieren, Nachfrageinstrumente), und in Abstimmung mit AkteurInnen Förderinstrumente auszurichten. Ein Großteil dieses Knowhows müsste für den österreichischen Kontext erst erarbeitet werden, wenngleich es bereits Expertise gibt. Gezieltes Adressieren erfordert jedenfalls direkte Instrumente.

Für die auf Grundlagenforschung ausgerichtete FTI-Politik bedeutet thematische Einschränkung auch deshalb ein Problem, weil zumindest kurzfristig kleinere Selektionspools angesprochen werden, die die durchschnittliche Qualität der ausgewählten Projekte senken könnte. Neue Programme – die gegeben der im internationalen Vergleich geringen Dotation der themenoffenen Förderung on top kommen sollten – könnten vom FWF in Kooperation mit der FFG entwickelt werden, was eine verstärkte Zusammenarbeit dieser beiden Organisationen erforderlich macht. Eine Alternative könnte auch sein, dass thematische Programme für Grundlagenforschungsförderung in Kooperation mit anderen Grundlagenforschungsförderern passiert, etwa im Rahmen der deutsch-österreichisch-schweizerischen Zusammenarbeit (D-A-CH). Ein möglicherweise positives Resultat eines richtunglenkenden Instruments im Portfolio des FWF könnte sein, dass die gesellschaftliche Akzeptanz von Forschungsförderung insgesamt steigt.

Dabei müssen auch potenziell negative Trade-offs mit Forschungs- beziehungsweise Innovationsleistung bedacht werden – wenn nicht mehr nur nach dem Kriterium der Projektqualität, sondern auch nach dem potenziellen Beitrag zur Lösung gesellschaftlicher Probleme gefördert wird. Hier sind noch mehr Analysen notwendig, die ein neues Governance-Modell für die pro-aktive Transformation von Systemen ausarbeiten und empirische Evidenz zu potenziellen Trade-offs beisteuern können. Weiterführende Fragen, wie

z. B. ob die Selbstverwaltung des Fonds zu Forschung an wesentlichen Herausforderungen führt, wären erst durch Analysen zu beantworten.

5 Schlussfolgerungen

Das vorliegende Gutachten hat basierend auf einer Kurzanalyse der Leistungsfähigkeit des FTI-Systems Österreichs eine Reihe von Vorschlägen entwickelt, wie die Leistungsfähigkeit des österreichischen FTI-Systems durch spezifische Maßnahmen erhöht werden kann. Dabei wird zwischen drei Zieldimensionen unterschieden: die Leistung (in Form von wissenschaftlicher Qualität), die Wirkung und die Richtung von Forschung. Ebenso wie die drei zugrundeliegenden Interventionslogiken sind auch diese Dimensionen komplementär zueinander. Dennoch ist es wichtig, sie analytisch auseinanderzuhalten. Je nachdem, auf welche Zieldimension die FTI-Politik letztlich (stärker) fokussiert, ergeben sich jeweils andere Prioritäten und sind andere Handlungsempfehlungen von größerer Relevanz.

Die spezifischen Maßnahmen je Zieldimension ergeben sich aus einer Zusammenfassung aus der bestehenden Fachliteratur und aus empirischer Evidenz, und zwar – soweit möglich – in vergleichender Perspektive. Abbildung 20 fasst die analytische Struktur des Gutachtens zusammen, inkl. der Bereiche, in denen Hebelanpassungen diskutiert werden.

Abbildung 20: Zusammenfassung der Elemente des Gutachtens



Quelle: Eigene Darstellung der Autoren.

Wenn die Qualitätssteigerung in der Grundlagenforschung in Österreich im Vordergrund steht, so ist jedenfalls grundsätzlich eine Finanzierungssicherheit notwendig. Wie aus der Berechnung im Anhang (siehe 7.2.2) deutlich wird, ist im Fall eines Finanzierungspfads der direkten Bundesforschungsfinanzierung von 5 Prozent von einem leicht positiven Beitrag zur Entwicklung der F&E-Quote auszugehen (ceteris paribus); ein Pfad von 3 Prozent hätte eine leicht dämpfende Wirkung auf die F&E-Quote, wobei die wirtschaftliche Unsicherheit aktuell aufgrund möglicher mittelfristiger Nachwirkungen der Covid-

19-Pandemie sehr hoch ist. Ein solcher Wachstumspfad wäre allein deshalb schon wichtig, weil die Literatur inzwischen deutlich zeigt, dass die gleichen Innovationssprünge immer mehr Finanzierung bedürfen.

Dennoch könnte ein reines Anwachsen der Grundlagenforschung allein nicht ausreichend sein, um die Qualität der Forschungsleistung zu erhöhen. Wenn dieses Ziel verfolgt wird, könnten auch die Allokationsmechanismen, die in der Grundlagenforschung für die Verteilung der Steuergelder in Anwendung gebracht werden, überdacht werden. Internationale Vergleiche zeigen, dass der Anteil der Mittel, die über wettbewerbliche Elemente der Allokation in Österreich vergeben werden, klein ist. Hier bietet sich an, insbesondere den FWF – als wichtigste Einrichtung zur Förderung projektbasierter Grundlagenforschung – finanziell zu stärken. Eine Überarbeitung der Leistungsvereinbarungen mit den Universitäten hin zu einer stärker wettbewerblichen Orientierung ist aus zweierlei Gründen derzeit nicht angeraten: erstens wurden die Leistungsvereinbarungen kürzlich erst neu überarbeitet, und zweitens wäre so ein System analytisch gründlich vorzubereiten, um etwaige ungewollte Nebeneffekte zu vermeiden.

Auch strukturelle Aspekte außerhalb von Finanzierungshöhe und -mechanismen können ins Auge gefasst werden, um zur weiteren Verbesserung der Forschungsqualität beizutragen – im Bereich von Karrieren (noch breiterer Einsatz des Tenure-Track-Modells, Nachjustierung in seiner Ausgestaltung), Ausbildung (breiterer Einsatz von strukturierten Doktoratsprogrammen) und systemischen Aspekten (z. B. Größenverhältnisse im Hochschulsektor, Zugangsmanagement an Universitäten).

Die Aspekte einer Steigerung der Forschungsleistung sowie ein Ausbau des Anteils derer, die durch mehrjährige Anstellungsverhältnisse an strukturierten Doktoratsprogrammen teilnehmen können, sind auch gleichzeitig Hebel für die wirtschaftlich-gesellschaftliche Wirkung der Grundlagenforschung, d. h. für die Nutzung des durch die Grundlagenforschung entstandenen Wissens. Als weiterer wichtiger Hebel in diesem Bereich kann die Verbesserung aller Rahmenbedingungen für die Gründung und das Wachstum innovationsintensiver Unternehmen, mit besonderer Berücksichtigung von Gründungen aus dem akademischen Bereich gesehen werden. In anderen Bereichen sind weitere Analysen notwendig (z. B. Design der Forschungsförderung; Trade-off Kooperationsförderung und Forschungsqualität).

Die Richtungslenkung der Grundlagenforschung ist eine sensible Angelegenheit, zumal in Österreich hier traditionell wenig Erfahrung besteht. Die internationale Diskussion zu einer soziotechnologischen Transformation, die im Wesentlichen auch von einer zielgerichteten FTI-Politik getragen werden soll, ist allerdings Anlass zu fragen, welche Empfehlungen sich hierzulande anbieten, sofern dies politisch gewünscht wird. Bestehende Missionen im Bereich der Digitalisierung sowie im Bereich der Klima- und Energiepolitik

sind bislang wenig mit dem Bereich der Grundlagenforschung in Berührung gekommen. Eine Möglichkeit wäre, dass insbesondere der FWF hier im Rahmen dieser Missionen eine thematische Fokussierung im Rahmen eines eigenen Förderprogramms auflegen würde. Auch eine Kooperation mit der FFG für übergreifende Förderprogramme (von Grundlagenforschung bis hin zur Entwicklung) beziehungsweise mit den Schwesterorganisationen in Europa (etwa im D-A-CH-Verbund) wäre denkbar. Voraussetzung für diesen Prozess wäre allerdings eine maßgebliche Neuorientierung der FTI-Politik, wie sie in der Literatur näher beschrieben wird sowie weitere Analysen zu potenziell negativen Trade-offs mit Forschungsqualität.

6 Verzeichnisse

6.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Zieldimensionen für FTI-Politik.....	14
Abbildung 2: Leistungsfähigkeit in drei Dimensionen mit Schwerpunkt Grundlagenforschung, Österreich = 100.	16
Abbildung 3: Grundlagenforschungsquoten (in % des BIP) im internationalen Vergleich, 2018 .	19
Abbildung 4: Hochschulausgaben gemessen an der Zahl der Studierenden im internationalen Vergleich; In US\$, kaufkraftbereinigt, 2016.....	20
Abbildung 5: Universitätsbudget bzw. -ausgaben relativ zur Zahl der Studierenden, anhand ausgewählter Universitäten; in Euro, kaufkraftbereinigt, 2018	21
Abbildung 6: Quellen der Grundlagenforschungsfinanzierung (1.983 Mio. €) in Österreich, 2017, auf Basis von Annahmen	24
Abbildung 7: Finanzierungsquellen der gesamten F&E-Ausgaben in Österreich	25
Abbildung 8: Verteilung der F&E-Finanzierung des Bundes nach Förderarten, 2017	26
Abbildung 9: Jährliche Gesamtfinanzierung durch Fonds im Verhältnis zur Bevölkerung, in USD KKP pro Bevölkerung, 1997–2016	27
Abbildung 10: Jährliche Gesamtfinanzierung durch Fonds im Verhältnis zu HERD, 1997–2016..	27
Abbildung 11: Ausgewählte Eigenschaften, Einzelprojektförderung, 2017	28
Abbildung 12: Erfolgsquoten in der Einzelprojektförderung, 1997–2017	29
Abbildung 13: Anteil der indirekten Kosten/Overheads im Verhältnis zu den direkten Kosten, 2017	31
Abbildung 14: Mögliche Maßnahmen für die Steigerung der Forschungsleistung	35
Abbildung 15: Ansatzpunkte für Steigerung der Wirkung des Grundlagenwissens	37
Abbildung 16: Anteile der Fachdisziplinen bei der Finanzierung von Einzelprojekten, 2017	38
Abbildung 17: Anteil der DoktorandInnen, die Training in Transferable Skills erhalten, 2016	41
Abbildung 18: Ausschüttungssummen nach Programmtypen, 2017	45
Abbildung 19: FFG-Fördersummen nach Bereich (Gesamtförderung, in Mio. €)	46
Abbildung 20: Zusammenfassung der Elemente des Gutachtens	49

Abbildung 21: Grundlagenforschungsquoten (in % des BIP) im internationalen Vergleich, 2000–2018.....	62
Abbildung 22: Hochschulausgaben gemessen an der Zahl der Studierenden im internationalen Vergleich; In US\$, kaufkraftbereinigt.....	62
Abbildung 23: Entwicklung über die Zeit der größten Finanzierungsquellen für Grundlagenforschung	63
Abbildung 24: Kumulierter Beitrag zur F&E-Quote 3%- vs. 5%-Pfad der direkten Bundesfinanzierung in %-Punkten.....	66
Abbildung 25: Entwicklung der F&E-Quote unter Fortschreibung von Trends der Vergangenheit	66

6.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Erstattungsfähige Kosten in der Standard-Einzelprojektförderung, 2017	30
Tabelle 2: Kriterien für den Review-Prozess im Detail, 2017.....	39
Tabelle 3: Übersicht über die Entwicklung des BIP, der F&E-Quote und ihrer Komponenten, 2000–2030	67
Tabelle 4: Indikatoren zur Forschungsleistung von Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen	68
Tabelle 5: Indikatoren zur Kooperation zwischen Hochschulen, außeruniversitären Forschungseinrichtungen und Unternehmen.....	69
Tabelle 6: Indikatoren zu Unternehmensgründungen.....	70
Tabelle 7: Indikatoren zu FTI-Aktivitäten zur Bekämpfung des Klimawandels und zur Digitalisierung der Wirtschaft	71

6.3 Literaturverzeichnis

- Abramovsky, L., R. Harrison, und H. Simpson. 2007. "University Research and the Location of Business R&D*." *The Economic Journal* 117 (519): C114–C141.
- Aichner, Christof. 2010. "Die Selbststeuerung der Wissenschaft: Der FWF." In *Steuerung von Wissenschaft? Die Governance des österreichischen Innovationssystems*, hrsg.v. Peter Biegelbauer, 25–65. Innsbruck; Wien; Bozen: Studienverlag.
- Ames, Edward. 1961. "Research, Invention, Development and Innovation." *The American Economic Review* 51 (3): 370–81.
- Arrow, Kenneth. 1962. "Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention." In *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*, 609–26. NBER Book Chapter Series. Cambridge, Mass: National Bureau of Economic Research. <http://www.nber.org/papers/c2144>.
- Baumgartner, Josef, Serguei Kaniovski, Jürgen Bierbaumer-Polly, Christian Glocker, Ulrike Huemer, Simon Loretz, Helmut Mahringer, und Hans Pitlik. 2020. "Die Wirtschaftsentwicklung in Österreich Im Zeichen Der COVID-19-Pandemie. Mittelfristige Prognose 2020 Bis 2024." *WIFO-Monatsberichte* 93 (4): 239–65.
- Biegelbauer, Peter, Christian Hartmann, Wolfgang Polt, Anna Wang, Matthias Weber. 2020. "Mission-Oriented Innovation Policies in Austria - a case study for the OECD." Final Report. Graz: Joanneum Research, <https://www.joanneum.at/en/policies/latest-developments/news/news-detail/missionsorientierte-politik-in-oesterreich>
- Bittschi, Benjamin, und Richard Sellner. 2020. "Gelenkter technologischer Wandel: FTI-Politik im Kontext des Klimawandels. Was ist ein geeigneter Policy-Mix für eine nachhaltige Transformation?" Policy Brief 17/2020. Wien: IHS. <https://irihs.ihs.ac.at/id/eprint/5321/>.
- Block, Fred. 2008. "Swimming Against the Current: The Rise of a Hidden Developmental State in the United States." *Politics and Society* 36 (2): 169–206.
- Bloom, Nicholas, Charles I. Jones, John Van Reenen, und Michael Webb. 2017. "Are Ideas Getting Harder to Find?" Working Paper 23782. National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w23782>.
- BMDW. 2020. "Digitaler Aktionsplan Austria. Ziele, Leitlinien & Prinzipien." Strategy Report. Wien: BMDW.
- BMNT, und BMVIT, eds. n.d. "#Mission2030 - Austrian Climate and Energy Strategy." Zugriff 7 Mai 2020. <https://www.bmlrt.gv.at/service/publikationen/umwelt/mission-2030-austrian-climate-and-energy-strategy.html>.
- Borrás, Susana, und Jakob Edler. 2020. "The Roles of the State in the Governance of Socio-Technical Systems' Transformation." *Research Policy* 49 (5): 103971. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.103971>.
- Borrás, Susana, und Charles Edquist. 2013. "The Choice of Innovation Policy Instruments." *Technological Forecasting and Social Change* 80 (8): 1513–22. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.03.002>.
- Bundesministerien. 2019. "Forschungs- und Technologiebericht." Lagebericht gem. § 8 (1) FOG über die aus Bundesmitteln geförderte Forschung, Technologie und Innovation in Österreich. Wien.
- Di Gregorio, Dante, und Scott Shane. 2003. "Why Do Some Universities Generate More Start-Ups than Others?" *Research Policy* 32 (2): 209–27. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00097-5](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00097-5).
- Diercks, Gijs, Henrik Larsen, und Fred Steward. 2019. "Transformative Innovation Policy: Addressing Variety in an Emerging Policy Paradigm." *Research Policy*, New Frontiers in Science, Technology and Innovation Research from SPRU's 50th Anniversary Conference, 48 (4): 880–94. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.10.028>.

- Drucker, Peter F. 1957. *Landmarks of Tomorrow*. New York: Harper.
- Ecker, Brigitte, Philipp Brunner, Stephanie Christmann-Budian, Iris Fischl, Helmut Gassler, Gerald Gogola, Ernst Hartmann, et al. 2019. "Österreichischer Forschungs- und Technologiebericht 2019." Annual Report. Wien.
- Ecker, Brigitte, N. Fink, Sascha Sardadvar, P. Kaufmann, Sonja Sheikh, Laurenz Wolf, Bianca Brandl, Simon Loretz, und Richard Sellner. 2017. "Evaluierung der Forschungsprämie gem. § 108c EStG." Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Finanzen (BMF). Wien: WPZ Research.
- Edler, Jakob, und Jan Fagerberg. 2017. "Innovation Policy: What, Why, and How." *Oxford Review of Economic Policy* 33 (1): 2–23. <https://doi.org/10.1093/oxrep/grx001>.
- Edler, Jakob, Abdullah Gök, Paul Cunningham, und Philip Shapira. 2016. "Introduction: Making Sense of Innovation Policy." In *Handbook of Innovation Policy Impact*, edited by Jakob Edler, Paul Cunningham, Abdullah Gök, und Philip Shapira, 1–17. Eu-SPRI Forum on Science, Technology and Innovation Policy Series. Cheltenham: Edward Elgar.
- Edquist, Charles, Jon Mikel Zabala-Iturriagagoitia, Javier Barbero, und Jose Luis Zofio. 2018. "On the Meaning of Innovation Performance: Is the Synthetic Indicator of the Innovation Union Scoreboard Flawed?" *Research Evaluation* 27 (3): 196–211. <https://doi.org/10.1093/reseval/rvy011>.
- FFG. 2020. "Österreich in Horizon 2020. Cockpitbericht zum Datenstand 15.12.2019." Wien: FFG. Zugriff 7 Juni 2020. https://www.ffg.at/sites/default/files/allgemeine_downloads/Monitoring/H2020/FFG_Cockpitbericht_H2020_Jaenner_2020.pdf.
- Flink, Tim, und David Kaldewey. 2018. "The New Production of Legitimacy: STI Policy Discourses beyond the Contract Metaphor." *Research Policy* 47 (1): 14–22. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.09.008>.
- Gassler, Helmut, und R. Sellner. 2015. "Risikokapital in Österreich ein Flaschenhals im österreichischen Innovationssystem?" Policy Brief 10/2015. Wien: IHS <https://irihs.ihs.ac.at/id/eprint/3201/>
- Geels, Frank W. 2020. "Transformative Innovation and Socio-Technical Transitions to Address Grand Challenges." In *Science, Research and Innovation Performance of the EU 2020. A Fair, Green and Digital Europe*, edited by European Commission, 574–607. Brussels: European Commission - DG Research and Innovation.
- Godin, Benoît. 2009. *The Making of Science, Technology and Innovation Policy: Conceptual Frameworks as Narratives, 1945-2005*. Montréal: INRS.
- . 2012. "'Innovation Studies': The Invention of a Specialty." *Minerva* 50 (4): 397–421. <https://doi.org/10.1007/s11024-012-9212-8>.
- Grillitsch, Markus, Teis Hansen, Lars Coenen, Johan Miörner, und Jerker Moodysson. 2019. "Innovation Policy for System-Wide Transformation: The Case of Strategic Innovation Programmes (SIPs) in Sweden." *Research Policy, New Frontiers in Science, Technology and Innovation Research from SPRU's 50th Anniversary Conference*, 48 (4): 1048–61. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.10.004>.
- Guston, David H. 2000. *Between Politics and Science: Assuring the Integrity and Productivity of Research*. Cambridge; New York: Cambridge University Press.
- Harari, Haim, Olaf Kübler, und Hubert Markl. 2006. "Recommended Steps Towards the Establishment of the Institute of Science and Technology - Austria (ISTA)." Report of an International Committee. Vienna: Submitted to the Federation of Austrian Industry. Zugriff 20 April 2019 https://ist.ac.at/wp-content/uploads/2019/03/I.S.T.Austria_Report_Harari-Kuebler-Markl.pdf.
- Heinze, Thomas. 2008. "How to Sponsor Ground-Breaking Research: A Comparison of Funding Schemes." *Science and Public Policy* 35 (5): 302–18. <https://doi.org/10.3152/030234208X317151>.

- Janger, Jürgen. 2016. "Ressourcen für die universitäre Forschung - Anreizeffekte unterschiedlicher Verteilungsmodelle." Präsentation, Trilaterale Tagung, 4 November. Zugriff 20 April 2020 https://juergen.janger.wifo.ac.at/fileadmin/janger/documents/PDF-Files/vortrag_upv_clean.pdf.
- . 2019. "Projektbasierte Grundlagenforschungsförderung im internationalen Vergleich. Implikationen für eine Exzellenzinitiative in Österreich." *WIFO-Monatsberichte* 92 (3): 159–72.
- Janger, Jürgen, Matthias Firgo, Kathrin Hofmann, Agnes Kügler, Anna Strauss, Gerhard Streicher, und Hans Pechar. 2017. "Wirtschaftliche und gesellschaftliche Effekte von Universitäten." Wien: WIFO. <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/60794>.
- Janger, Jürgen, Werner Hölzl, Kathrin Hranayi, und Andreas Reinstaller. 2012. "Hochschulen 2025: Eine Entwicklungsvision." Wien: WIFO. <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/44698>.
- Janger, Jürgen, Agnes Kügler, Kathrin Hofmann, Anna Strauss, Fabian Unterlass, Miriam Van Hoed, Annelies Wastyn, und Lidia Nuñez Lopez. 2017. "MORE3 – Support Data Collection and Analysis Concerning Mobility Patterns and Career Paths of Researchers. EU Higher Education Survey Results." Wien: IDEA Consult - WIFO - Technopolis Consulting Group Belgium SPRL. <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/60982>.
- Janger, Jürgen, Agnes Kügler, Andreas Reinstaller, Peter Reschenhofer, und Fabian Unterlass. 2017. "Austria 2025 – A New Strategic Innovation Policy Framework. Addressing Structural Change and Upgrading." Wien: Wifo. https://www.wifo.ac.at/publikationen/publikationssuche?detail-view=yes&publikation_id=59290.
- Janger, Jürgen, Agnes Kügler, Andreas Reinstaller, und Fabian Unterlass. 2017. "Austria 2025 – Looking Out For the Frontier(s): Towards a New Framework For Frontier Measurement in Science, Technology and Innovation." Projektpublikation Österreich 2025. Wien: WIFO. https://www.wifo.ac.at/publikationen/publikationssuche?detail-view=yes&publikation_id=66555.
- Janger, Jürgen, Nicole Schmidt, und Anna Strauss. 2019. "International Differences in Basic Research Grant Funding – a Systematic Comparison." Nr. 9-2019. Studien zum deutschen Innovationssystem. Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI).
- Janger, Jürgen, Anna Strauss-Kollin. 2020. "Die Leistungsfähigkeit des österreichischen Innovationssystems." Wien: WIFO.
- Jones, Benjamin F. 2009. "The Burden of Knowledge and the 'Death of the Renaissance Man': Is Innovation Getting Harder?" *The Review of Economic Studies* 76 (1): 283–317.
- Kallerud, Egil, Effie Amanatidou, Paul Upham, Mika Nieminen, Antje Klitkou, Dorothy Sutherland Olsen, Maria Lima Toivanen, Juha Oksanen, und Lisa Scordato. 2013. "Dimensions of Research and Innovation Policies to Address Grand and Global Challenges." Working Paper. 30. NIFU. <https://nifu.brage.unit.no/nifu-xmlui/handle/11250/2358601>.
- Kastrinos, Nikos. 2010. "Policies for Co-Ordination in the European Research Area: A View from the Social Sciences and Humanities." *Science and Public Policy* 37 (4): 297–310. <https://doi.org/10.3152/030234210X496646>.
- Katz, Nicholas, und Andreas Niederl. 2018. "KIRAS – Security Research Programme (Austria)." Case Study Report. Mission-Oriented R&I Policies: In-Depth Case Studies. Brussels: European Commission - DG Research and Innovation. Zugriff 7 April 2020 https://ec.europa.eu/info/publications/mission-oriented-research-and-innovation-policy-depth-case-studies_en.
- Keuschnigg, Christian, und Sascha Sardadvar. 2019. "Wagniskapital zur Finanzierung von Innovation und Wachstum." Studie im Auftrag des Rats für Forschung und Technologieentwicklung und der Austrian Private Equity and Venture Capital Organisation (AVCO). Wien: WPZ Research.
- Klima- und Energiefonds. 2019. "Jahresprogramm." Wien: Klima- und Energiefonds.

- König, Thomas. 2015. "Funding Frontier Research - Mission Accomplished?" *Journal of Contemporary European Research* 11 (1): 124–35.
- . 2019. "SSH-Impact Pathways and SSH-Integration in EU Research Framework Programmes." Working Paper. Wien: IHS. <https://irihs.ihs.ac.at/id/eprint/5059/>.
- König, Thomas, und Michael E. Gorman. 2016. "The Challenge of Funding Interdisciplinary Research: A Look inside Public Research Funding Agencies." In *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity*, edited by Robert Frodeman, Julie Thompson Klein, und Roberto Pacheco, 2nd ed., 513–24. Oxford Handbooks. Oxford: Oxford University Press.
- Kuittinen, Hanna, Maximilian Unger, Andreas Türk, Wolfgang Polt, Robbert Fisher, Alberto Domini, Arjen Goetheer, et al. 2018. "Mission-Oriented Research and Innovation: Inventory and Characterisation of Initiatives." Final Report. Brussels: JIIP.
- Lane, Robert E. 1966. "The Decline of Politics and Ideology in a Knowledgeable Society." *American Sociological Review* 31 (5): 649–62. <https://doi.org/10.2307/2091856>.
- Langfeldt, Liv, und Lisa Scordato. 2016. "Efficiency and Flexibility in Research Funding. A Comparative Study of Funding Instruments and Review Criteria." 2016:9. NIFU-Rapport. Oslo: Nordic Institute for Studies in Innovation. Zugriff 15 März 2020. <https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/2394386>.
- Lundvall, Bengt-Åke. 2010. *National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Anthem Press.
- Machlup, Fritz. 1962. *The Production and Distribution of Knowledge in the United States*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.
- Marchart, Jürgen. 2013. "Der österreichische Risikokapitalmarkt im europäischen Vergleich." *WIFO-Monatsberichte* 86 (8): 685–97.
- Mazzucato, Mariana. 2015. *The Entrepreneurial State: Debunking Public vs. Private Sector Myths*. New York: Publicaffairs.
- . 2018. "Mission-Oriented Research and Innovation in the European Union. A Problem-Solving Approach to Fuel Innovation-Led Growth." Brussels: European Commission. doi:10.2777/360325.
- Mazzucato, Mariana, und Gregor Semieniuk. 2017. "Public Financing of Innovation: New Questions." *Oxford Review of Economic Policy* 33 (1): 24–48. <https://doi.org/10.1093/oxrep/grw036>.
- Mitterauer, Lukas, Julia Hertlein, und Thomas König. 2008. "'Doktorat neu' - Analyse der Ausbildungssituation des sozialwissenschaftlichen Nachwuchses an der Universität Wien und weiterführende Reformvorschläge." *SWS-Rundschau* 48 (2): 142–66.
- Musselin, Christine. 2018. "New Forms of Competition in Higher Education." *Socio-Economic Review* 16 (3): 657–83. <https://doi.org/10.1093/ser/mwy033>.
- Nelson, Richard R. 1959. "The Simple Economics of Basic Scientific Research." *Journal of Political Economy* 67 (3): 297–306. <https://doi.org/10.1086/258177>.
- . 1993. *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press.
- OECD. 2018. "OECD Reviews of Innovation Policy: Austria 2018." Country Report. OECD Reviews of Innovation Policy. Paris: OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264309470-en>.
- Österreichische Bundesregierung. 2011. "Der Weg zum Innovation Leader." FTI-Strategie des Bundes. Wien: Bundeskanzleramt.
- Österreichischer Wissenschaftsrat. 2020. "Analyse der Leistungsvereinbarungen 2019-2021 und Empfehlungen." Wien: Wissenschaftsrat.
- Pais, Abraham, und Robert P. Crease. 2007. *J. Robert Oppenheimer: A Life*. Oxford: Oxford University Press.
- Pechar, Hans. 2017. "Karrieroptionen und Arbeitsbedingungen für das akademische Personal - Aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen für die Zukunft." In *Zukunft und Aufgaben der Hochschulen*, hrsg.v. Rat für FTE, 191–206. Wien: LIT Verlag.

- Pechar, Hans, David F. J. Campbell, und Angelika Brechelmacher. 2008. "Vom Dr. zum Ph.D. Rollenmodelle des Doktoratsstudiums: Österreich im internationalen Vergleich." Forschungsprojekt im Auftrag des FWF und des BMWF. Wien: WIHO-IFF.
- Peneder, Michael. 2013. "Von den 'Trockenen Tälern' der Risiko- und Wachstumsfinanzierung." *WIFO-Monatsberichte* 86 (8): 637–48.
- Perkmann, Markus, Valentina Tartari, Maureen McKelvey, Erko Autio, Anders Broström, Pablo D'Este, Riccardo Fini, et al. 2013. "Academic Engagement and Commercialisation: A Review of the Literature on University–Industry Relations." *Research Policy* 42 (2): 423–42. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.09.007>.
- Pichler, Rupert, und Michael Stampfer. 2017. "Forschungspolitik in Österreich nach dem Krieg. Offene Gegensätze, stillschweigende Arrangements." In *Wissenschaft, Technologie und industrielle Entwicklung in Zentraleuropa im Kalten Krieg*, hrsg.v. Wolfgang L. Reiter, Juliane Mikoletzky, Herbert Matis, und Mitchell G. Ash, 35–68. Ignaz-Lieben-Gesellschaft: Studien zur Wissenschaftsgeschichte 1. Wien: LIT Verlag.
- Pichler, Rupert, Michael Stampfer, und Reinhold Hofer. 2007. *Forschung, Geld und Politik: die staatliche Forschungsförderung in Österreich 1945-2005*. Innsbruck: Studienverlag.
- Piketty, Thomas, und Emmanuel Saez. 2014. "Inequality in the Long Run." *Science* 344 (6186): 838–43. <https://doi.org/10.1126/science.1251936>.
- Polt, Wolfgang, Maximilian Unger, Michael Ploder, und Daniel Wagner-Schuster. 2015. "The Leverage Potential of the European Research Area for Austria's Ambition to Become One of the Innovation Leaders in Europe - A Comparative Study of Austria, Sweden and Denmark." Wien: ERA Council Forum Austria, Joanneum Research, DAMVAD Analytics.
- Rat für Forschung und technologische Entwicklung. 2019a. "Bericht zur wissenschaftlichen und technologischen Leistungsfähigkeit Österreichs." Wien: Rat für FTE.
- Rat für Forschung und technologische Entwicklung. 2019b. "Österreich 2030. 50 Fragen für den Weg zur Innovationsspitze." Inputpapier für eine FTI-Strategie 2030. Wien: Rat für FTE
- Rip, Arie. 1994. "The Republic of Science in the 1990s." *Higher Education* 28 (1): 3–23. <https://doi.org/10.2307/3447860>.
- Rourke, Francis E., und Glenn E. Brooks. 1966. *The Managerial Revolution in Higher Education*. Baltimore: Johns Hopkins Press.
- Schögler, Rafael Y., und Thomas König. 2017. "Thematic Research Funding in the European Union: What Is Expected from Social Scientific Knowledge-Making?" *Serendipities* 2 (1): 107. <https://doi.org/10.25364/11.2:2017.1.7>.
- Schot, Johan, und W. Edward Steinmueller. 2018a. "Three Frames for Innovation Policy: R&D, Systems of Innovation and Transformative Change." *Research Policy* 47 (9): 1554–1567.
- . 2018b. "Three Frames for Innovation Policy: R&D, Systems of Innovation and Transformative Change." *Research Policy* 47 (9): 1554–67. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.08.011>.
- Stampfer, Michael, Rupert Pichler, und Reinhold Hofer. 2010. "The Making of Research Funding in Austria: Transition Politics and Institutional Development, 1945–2005." *Science and Public Policy* 37 (10): 765–80. <https://doi.org/10.3152/030234210X534878>.
- Stephan, Paula E. 2012. *How Economics Shapes Science*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Stokes, Donald E. 1997. *Pasteur's Quadrant: Basic Science and Technological Innovation*. Brookings Institution Press.
- Strauss, Anna, und Jürgen Janger. 2018. *Forschungsquotenziele 2020. Aktualisierung 2018*. Wien: WIFO. <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/60904>.
- Swinnen, Lenna, Catherine Lemaire, und Krzysztof Kania. 2019. "Integration of Social Sciences and Humanities in Horizon 2020. Participants, Budget and Disciplines: 4th Monitoring Report on SSH Flagged Projects Funded in 2017 under the Societal Challenges and Industrial Leadership Priorities." Brussels: European Commission.

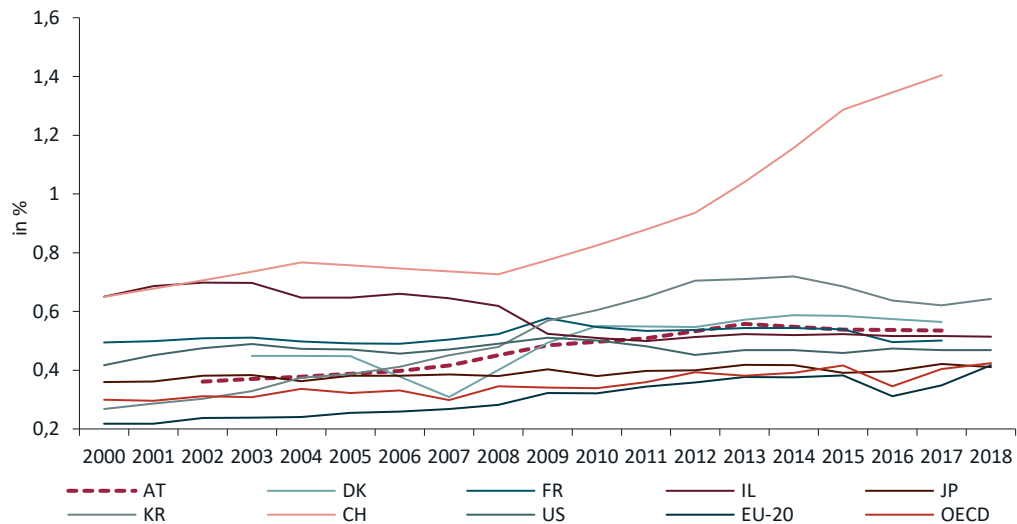
- Ulnicane, Inga. 2015. "Broadening Aims and Building Support in Science, Technology and Innovation Policy: The Case of the European Research Area." *Journal of Contemporary European Research* 11 (1): 31–49.
- Van Looy, Bart, Paolo Landoni, Julie Callaert, Bruno van Pottelsberghe, Eleftherios Sapsalis, und Koenraad Debackere. 2011. "Entrepreneurial Effectiveness of European Universities: An Empirical Assessment of Antecedents and Trade-Offs." *Research Policy* 40 (4): 553–64. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.02.001>.
- Weber, K. Matthias, und Harald Rohrer. 2012. "Legitimizing Research, Technology and Innovation Policies for Transformative Change: Combining Insights from Innovation Systems and Multi-Level Perspective in a Comprehensive 'Failures' Framework." *Research Policy, Special Section on Sustainability Transitions*, 41 (6): 1037–47. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.10.015>.
- Wilsdon, James, Liz Allen, Eleonora Belfiore, Philip Campbell, Stephen Curry, Steven Hill, Richard Jones, et al. 2015. "The Metric Tide: Report of the Independent Review of the Role of Metrics in Research Assessment and Management." Report from an expert group. London: HEFCE.
- Zucker, Lynne G., Michael R. Darby, und Marilyn B. Brewer. 1998. "Intellectual Human Capital and the Birth of US Biotechnology Enterprises." *The American Economic Review* 88 (1): 290–306.

7 Anhang

7.1 Anhang Abbildungen	62
7.2 Anhang Texte	64
7.3 Anhang Tabellen	68

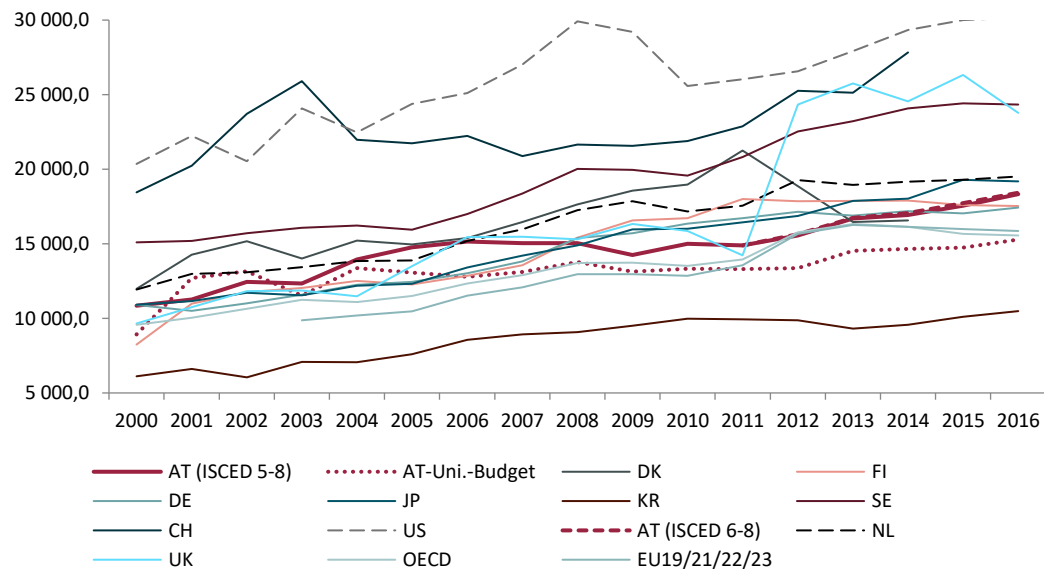
7.1 Anhang Abbildungen

Abbildung 21: Grundlagenforschungsquoten (in % des BIP) im internationalen Vergleich, 2000–2018



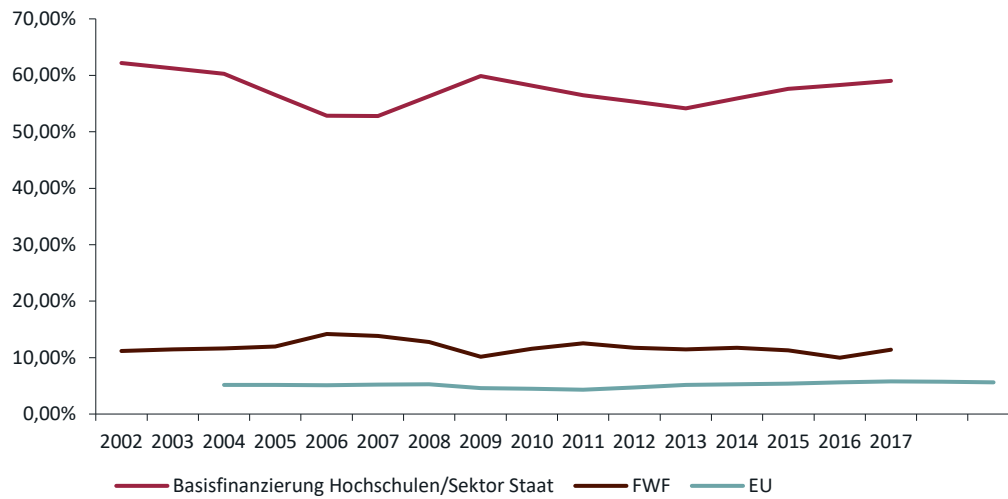
Quellen: OECD MSTI; WIFO-Berechnungen. Fehlende Werte durch Mittelwerte ersetzt.

Abbildung 22: Hochschulausgaben gemessen an der Zahl der Studierenden im internationalen Vergleich; In US\$, kaufkraftbereinigt



Quellen: Bildung auf einen Blick, Indikator C 1 „Gesamtausgaben für Bildungseinrichtungen pro vollzeitäquivalentem Bildungsteilnehmer“; Janger, Firgo et al. (2017); WIFO-Berechnungen. Fehlende Werte durch Mittelwerte ergänzt.

Abbildung 23: Entwicklung über die Zeit der größten Finanzierungsquellen für Grundlagenforschung



Quellen: Statistik Austria, EU für die gesamte F&E-Finanzierung; Anteil der Grundlagenforschung auf Basis Einschätzung der beiden Autoren (siehe Anhang 7.2.1).

7.2 Anhang Texte

7.2.1 Annahmen bezüglich des Anteils der Grundlagenforschung

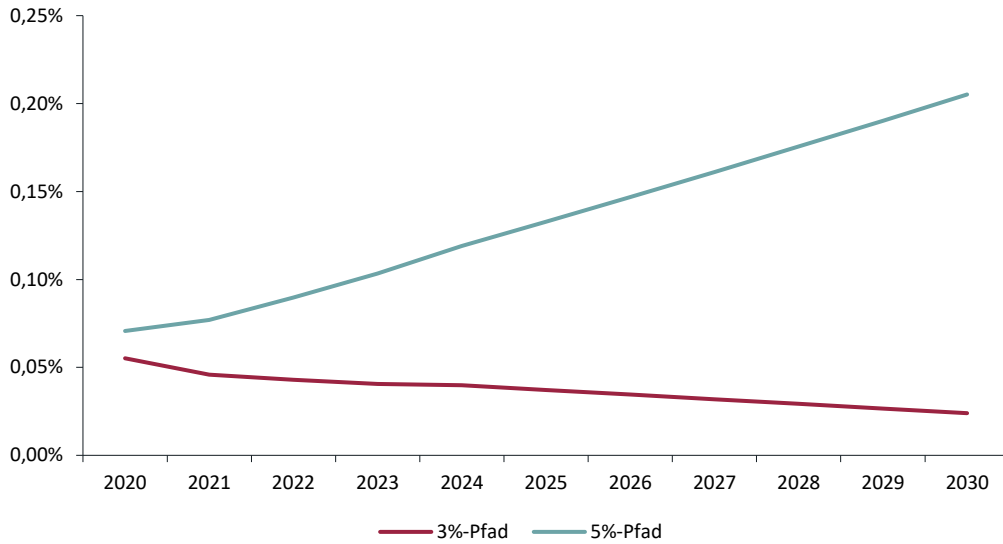
- EU-Forschungsförderung nach Programmlinien:
 - H2020 kollaborative Förderung 40 Prozent
 - ERC, MSCA, *Infrastructures* 95 Prozent
- Bund:
 - Basisfinanzierung: 95 Prozent der Grundlagenforschungs-Ausgaben im Sektor Staat und Hochschulen durch Basisfinanzierung finanziert, abzüglich FWF, FFG
 - FWF: 100 Prozent, da kaum translationale Programme
 - FFG nach Programmlinien: Bridge 50 Prozent, COMET 25 Prozent, sonstige 5 Prozent (Basis, thematische Programme)
 - Nachdem Unternehmen immer wieder die Forschungsprämie als Finanzierungsquelle für risikoreiche Forschung angeben (Ecker et al. 2017), wird angenommen, dass 10 Prozent der Grundlagenforschungsausgaben im Unternehmenssektor durch die Forschungsprämie finanziert werden
 - Für die CD Labors liegt keine Verteilung der Aufwendungen auf die Financiers BMDW, Nationalstiftung für Forschung und Technologie sowie teilnehmende Unternehmen vor; die Gesamtfinanzierung ist jedoch relativ gering bei knapp 16 Mio. €.
- Unternehmen: laut F&E-Erhebung 2017 betrug der Anteil der Durchführungsausgaben im firmeneigenen Bereich, welche der Grundlagenforschung zuzurechnen sind, 4,8 Prozent; abzüglich Forschungsprämie und FFG wird dieser Anteil vollumfänglich für die Finanzierung von Grundlagenforschung eingerechnet.
- Länder: WWTF: 100 Prozent

7.2.2 Auswirkung eines konstanten Finanzierungspfads der direkten Bundesfinanzierung von F&E auf die F&E-Quote

Im Rahmen des Gutachtens wurde die Frage gestellt, wie sich ein Finanzierungspfad der direkten Bundesforschungsfinanzierung von 3 bzw. 5 Prozent auf die F&E-Quote Österreichs auswirkt. Im Wesentlichen hängt dies *ceteris paribus* von der Entwicklung des nominellen BIP ab. Ein Wachstum des BIP unter 3 bzw. 5 Prozent würde zu einer Steigerung der F&E-Quote führen, ein Wachstum darüber zu einer Senkung der F&E-Quote. Abbildung 24 zeigt den Verlauf der Quote für einen dreiprozentigen vs. einen fünfprozentigen Finanzierungspfad der direkten Bundesforschungsfinanzierung, beruhend auf der neuesten mittelfristigen Prognose des WIFO (Baumgartner et al. 2020). Aufgrund des coronabedingten starken Einbruchs des BIP 2020 würde auch ein dreiprozentiger Anstieg zu einer leichten Steigerung der Quote im Jahr 2020 führen, dann aber *ceteris paribus* zu einer geringen Senkung. Ab 2024 wird ein BIP-Trendwachstum von 3,35 Prozent unterstellt, entsprechend dem Durchschnitt der Jahre 2000–2019.

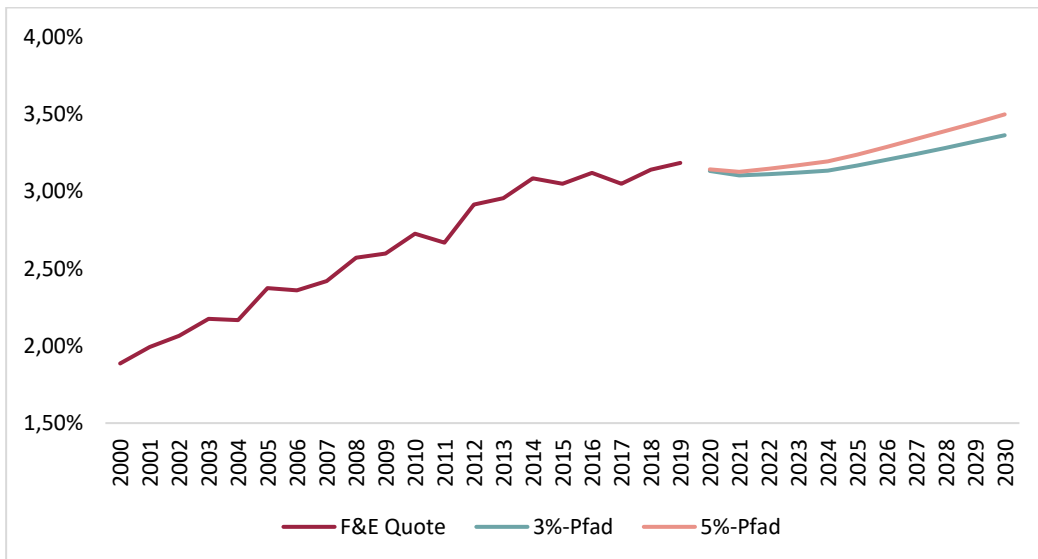
Abbildung 25 zeigt eine hypothetische Entwicklung der F&E-Quote 2020–2030 gegeben die Finanzierungspfade der direkten Bundesforschungsfinanzierung. Die Finanzierung des Unternehmenssektors und entsprechend die Forschungsprämie folgen dabei einem mittleren Szenario, das zwischen einer Elastizität von 1 und 2 relativ zum nominellen BIP liegt, entsprechend den Schwankungen der Vergangenheit. Genaue Details der Szenariorechnung finden sich in Kapitel 4.3 in Strauss und Janger (2018). Auch hier zeigt sich, dass der Unterschied zwischen 3 und 5 Prozent in Bezug auf die Gesamtquote gering ist (0,18 Prozent-Punkte), wobei der Unterschied absolut im Jahr 2020 971 Mio. € beträgt, der je nach Allokation der Mittel damit für einzelne Forschungseinrichtungen durchaus beträchtliche Konsequenzen haben könnte (Tabelle 3).

Abbildung 24: Kumulierter Beitrag zur F&E-Quote 3%- vs. 5%-Pfad der direkten Bundesfinanzierung in %-Punkten



Quelle: WIFO-Berechnungen.

Abbildung 25: Entwicklung der F&E-Quote unter Fortschreibung von Trends der Vergangenheit



Quelle: Statistik Austria, WIFO-Berechnungen. Für die Details und Annahmen der Berechnung siehe Kapitel 4.3 in Strauss und Janger (2018).

Tabelle 3: Übersicht über die Entwicklung des BIP, der F&E-Quote und ihrer Komponenten, 2000–2030

	BIP nominell (in Mio. Euro)	F&E-Quote		Wirkung Pfad Direkte		Gesamt-F&E-Ausgaben (in Mio. EUR)		Unternehmen ssektor (in Mio Euro)	Direkte Bundesfinanzierung (ohne FP/Nationalstiftung)		Ausland (inkl. EU)	Indirekte Bundesfinanz ierung	Restliche öffentliche (Länder, Nationalstiftun g, Sonstige etc.)	direkte Bundesfinanzierung am BIP	
		3%-Pfad	5%-Pfad	3%-Pfad	5%-Pfad	3%-Pfad	5%-Pfad		Mittelwert	3%-Pfad				5%-Pfad	3%-Pfad
2000	213,606	1.89%				4,029		1,684	1,225		800.1	237	318.73	0.57%	
2001	220,525	1.99%				4,393		1,835	1,351		863.3	222	344.22	0.61%	
2018	385,712	3.14%				12,110		5,809	2,101		1,944	713	830.04	0.54%	
2019	399,598	3.18%				12,689		6,040	2,220		2,017	758	895.83	0.56%	
		3%-Pfad	5%-Pfad	3%-Pfad	5%-Pfad	3%-Pfad	5%-Pfad	Mittelwert	3%-Pfad	5%-Pfad				3%-Pfad	5%-Pfad
2020	383,214	3.13%	3.14%	0.04%	0.05%	12,000	12,044	5,792	2,286	2,331	2,102	872	947	0.60%	0.61%
2021	399,309	3.10%	3.13%	-0.01%	0.00%	12,390	12,483	6,036	2,355	2,447	2,190	809	1000	0.59%	0.61%
2022	412,886	3.11%	3.15%	0.00%	0.01%	12,849	12,993	6,241	2,426	2,570	2,282	842	1057	0.59%	0.62%
2023	426,511	3.12%	3.17%	0.00%	0.01%	13,313	13,513	6,447	2,498	2,698	2,379	872	1117	0.59%	0.63%
2024	439,733	3.13%	3.19%	0.00%	0.01%	13,781	14,041	6,647	2,573	2,833	2,479	902	1181	0.59%	0.64%
2025	454,470	3.17%	3.24%	0.00%	0.01%	14,393	14,718	6,981	2,651	2,975	2,583	931	1248	0.58%	0.65%
2026	469,701	3.20%	3.29%	0.00%	0.01%	15,049	15,443	7,334	2,730	3,123	2,691	975	1319	0.58%	0.66%
2027	485,442	3.24%	3.34%	0.00%	0.01%	15,738	16,206	7,706	2,812	3,280	2,805	1022	1394	0.58%	0.68%
2028	501,711	3.28%	3.39%	0.00%	0.01%	16,462	17,009	8,100	2,896	3,444	2,923	1071	1473	0.58%	0.69%
2029	518,525	3.32%	3.44%	0.00%	0.01%	17,223	17,855	8,516	2,983	3,616	3,046	1122	1556	0.58%	0.70%
2030	535,903	3.36%	3.50%	0.00%	0.01%	18,022	18,746	8,955	3,073	3,797	3,174	1176	1645	0.57%	0.71%
CAGR 2000-2019	3.35					6.22		6.95	12.50		4.99	6.31			
CAGR 2020-2030	3.41			0.02%	0.15%	4.15	4.52	4.41	3.00	5.00	5.02	5.13	7.08		

Quelle: Statistik Austria, WIFO-Berechnungen.

7.3 Anhang Tabellen

Tabelle 4: Indikatoren zur Forschungsleistung von Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen

Indikator	AT aktuell	AT im Verhältnis zu ...			Differenz Wachstum AT-IL (%-punkte)	Wachs- tum p. a. %	Erstwert AT	Top Länder	Anzahl Länder	Zeitreihe
		EU	IL	Top 3						
Forschungsleistung Hochschulen & AU	-	136.6	70.4	53.1	-	-	-	(1) CH (2) DK (3) NL	-	-
Hochschulranking Forschungsleistung	73670.7	76.1	45.7	28.8	1.99	4.53	51671.9	(1) CH (2) NL (3) AU	26	2009–17
Zahl Publikationen pro 1.000 der Bevölkerung	2.6	123.4	71.1	56.8	0.12	3.79	1.6	(1) CH (2) IS (3) DK	41	2005–18
Qualität der Publikationen	11.5	122.7	79.8	73.4	-0.08	0.77	10.7	(1) DK (2) NL (3) CH	40	2009–16
ERC Grants	3.4	223.5	82.3	53.9	-1.98	9.27	1.7	(1) CH (2) IL (3) NL	33	2009–17
Internationale Ko- publikationen	1735.2	137.1	73.2	52.4	-1.37	4.22	1299.1	(1) IS (2) CH (3) DK	33	2011–18

Quelle: Janger und Strauss-Kollin (2020).

Legende: Spalte „AT im Verhältnis zu ...“: dunkelrosa: Wert >115; hellrosa: Wert <115 & >100; hellgrau: Wert <100 & >75; dunkelgrau: Wert <75. Spalten „Differenz Wachstum“ bzw. „Wachstum p. a. %“: dunkelrosa: Werte >0; dunkelgrau: Werte <0. „Hochschulranking Forschungsleistung“: CWTS Leiden Ranking, WIFO-Berechnungen; „Zahl Publikationen pro 1.000 der Bevölkerung“: Scimago; „Qualität der Publikationen“: European Innovation Scoreboard (EIS); „ERC Grants“: European Research Council; „Internationale Ko-publikationen“: EIS.

Tabelle 5: Indikatoren zur Kooperation zwischen Hochschulen, außeruniversitären Forschungseinrichtungen und Unternehmen

Indikator	AT aktuell	AT im Verhältnis zu ...			Differenz Wachstum AT-IL (%-punkte)	Wachs- tum p. a. %	Erstwert AT	Top Länder	Anzahl Länder	Zeitreihe
		EU	IL	Top 3						
Kooperation Wissenschaft Wirtschaft	-	176.3	114.6	70.1	-	-	-	(1) IS (2) AT (3) UK	-	-
Unternehmen mit Innova- tionskooperationen	23.2	174.1	144.8	93.7	16.31	13.19	10.0	(1) UK (2) FI (3) AT	32	2004–16
Leidenranking – Koopera- tion mit Unternehmen	34431.1	258.9	76.4	49.9	2.77	9.20	17029.2	(1) IS (2) DK (3) SE	37	2009–17
Finanzierung von Hoch- schulen durch Unterneh- men	5.3	95.8	122.6	66.8	1.49	1.24	4.1	(1) CN (2) KR (3) DE	38	2002–17

Quelle: Janger und Strauss-Kollin (2020).

Legende: Spalte „AT im Verhältnis zu ...“: dunkelrosa: Wert >115; hellrosa: Wert <115 & >100; hellgrau: Wert <100 & >75; dunkelgrau: Wert <75. Spalten „Differenz Wachstum“ bzw. „Wachstum p. a. %“: dunkelrosa: Werte >0; dunkelgrau: Werte <0. „Unternehmen mit Innovationskooperationen“: Eurostat CIS; „Leidenranking – Kooperation mit Unternehmen“: CWTS Leiden Ranking; „Finanzierung von Hochschulen durch Unternehmen“: OECD.

Tabelle 6: Indikatoren zu Unternehmensgründungen

		AT im Verhältnis zu ...									
	Indikator	AT aktuell	EU	IL	Top 3	Differenz Wachstum AT-IL (%-punkte)	Wachstum p. a. %	Erstwert AT	Top Länder	Anzahl Länder	Zeitreihe
Gesamtsystem		-	72	55	47	-	-	-	(1) DK (2) SE (3) NL	-	-
Gründungen und ihr Wachstum											
Regulierung, Finanzierung und Förderung von Gründungen	Gründungsregulierung	83.2	93	89	85	-0.06	0.37	78.7	(1) NZ (2) CA (3) AU	43	2004–19
	Risikokapitalintensität	0.24	60	31	29	-0.03	-0.09	0.33	(1) DK (2) NL (3) UK	22	2007–18
	VC-Fonds Finanzierungsstruktur	68.8	92	78	69	-14.28	-1.22	70.0	(1) RO DK (3) PT	21	2007–18
	Motivation für unternehmerisches Handeln	2.7	75	31	26	-8.71	-3.78	3.5	(1) DK (2) IS (3) FI	32	2011–18
Gründung und Wachstum innovativer Start-ups: Gazellen		2.1	43	45	26	-0.09	-0.78	2.9	(1) HU (2) IE (3) BG	30	2009–16

Quelle: Janger und Strauss-Kollin (2020).

Legende: Spalte „AT im Verhältnis zu ...“: dunkelrosa: Wert >115; hellrosa: Wert <115 & >100; hellgrau: Wert <100 & >75; dunkelgrau: Wert <75. Spalten „Differenz Wachstum“ bzw. „Wachstum p. a. %“: dunkelrosa: Werte >0; dunkelgrau: Werte <0. „Gesamtsystem Gründungsregulierung“: Weltbank; „Regulierung, Finanzierung und Förderung von Gründungen – Risikokapitalintensität; VC-Fonds Finanzierungsstruktur“: Invest Europe; „Regulierung, Finanzierung und Förderung von Gründungen – Motivation für unternehmerisches Handeln“: EIS; „Gründung und Wachstum innovativer Start-ups: Gazellen“: EIS.

Tabelle 7: Indikatoren zu FTI-Aktivitäten zur Bekämpfung des Klimawandels und zur Digitalisierung der Wirtschaft

		AT im Verhältnis zu ...										
	Indikator	AT aktuell	EU	IL	Top 3	Differenz Wachstum AT- IL (%-punkte)	Wachs- tum p. a. %	Erstwert AT	Top Länder	Anzahl Länder	Zeitreihe	
Gesamt	FTI Klima	-	85.6	73.2	31.7	-	-	-	(1) DE (2) SI (3) RO	-	-	
F&E Energie Klima	F&E Energie Klima	-	87.7	73.0	26.5	-	-	-	(1) JP (2) KR (3) DE	-	-	
F&E- Ausgaben im Umwelt- bereich	in % BIP	0.01	84.8	100.0	33.3	0.00	0.00	0.01	(1) DE NO JP SI	35	2004–18	
	in % GBOARD	0.71	27.4	51.2	9.9	-0.22	-0.67	1.38	(1) PL (2) RO (3) SI	35	2004–18	
F&E- Ausgaben im Energie- bereich	in % BIP	0.02	133.3	66.7	31.6	0.02	0.02	0.00	(1) JP (2) DE FR	35	2004–18	
	in % GBOARD	2.79	105.3	74.2	31.3	1.68	2.06	0.73	(1) JP (2) FR (3) NL	35	2004–18	
Patente in Energie und Klima	Erfindungen Klima	1.01	84.7	72.2	42.5	-4.32	-2.42	1.53	(1) CY (2) DK (3) MX	41	2000–17	
	IKT Patente (eng def.)	0.42	52.3	41.3	25.5	1.26	-0.23	0.43	(1) KR (2) SE (3) CY	41	2000–15	

Quelle: Janger und Strauss-Kollin (2020).

Legende: Spalte „AT im Verhältnis zu ...“: dunkelrosa: Wert >115; hellrosa: Wert <115 & >100; hellgrau: Wert <100 & >75; dunkelgrau: Wert <75. Spalten „Differenz Wachstum“ bzw. „Wachstum p. a. %“: dunkelrosa: Werte >0; dunkelgrau: Werte <0. „F&E-Ausgaben im Umweltbereich“ (alle): Eurostat; „F&E-Ausgaben im Energiebereich“ (alle): Eurostat; „Patente in Energie und Klima – Erfindungen Klima“: PATSTAT, Herbst 2019; OECD 2015, WIFO-Berechnungen; „Patente in Energie und Klima – IKT Patente (eng definiert)“: PATSTAT, Herbst 2019; Inaba, Squicciarini 2017 (OECD), WIFO-Berechnungen.