

Juni 2023

Resilienz des österreichischen FTI-Systems

**Krisenabsorption und Krisenvorbereitung
am Beispiel von Pandemie und Klima-
wandel**



Version 3
Juni 2023

Resilienz des österreichischen FTI-Systems

Krisenabsorption und Krisenvorbereitung am Beispiel von Pandemie und Klimawandel

Tobias Dudenbostel, Katharina Warta, Michael Dinges, Matthias Weber

Inhaltsverzeichnis

1	Das Wichtigste in Kürze	3
2	Einleitung	6
3	Begrifflichkeiten: Resilienz und Krisen	7
3.1	Resilienz und Krisen - Begriffsdefinitionen	7
3.2	Rolle von Krisen im Resilienzkonzept und in den empirischen Erhebungen	10
3.3	Erfahrungen mit dem Resilienzkonzept und Studienfragestellungen	13
4	Ausgangspunkt: Resilienz des österreichischen FTI-Systems angesichts der COVID-19-Krise	15
5	Potenziale zur Steigerung der Resilienz des FTI-Systems: Governance, EU-Instrumente, energieintensive Industrien	20
5.1	Governance im FTI System: Grenzen der Steuerung und die Folgen für die Stärkung von Resilienz	20
5.2	Europäische Instrumente als Reservoir für Österreich	24
5.3	Foresight und Resilienz	29
5.4	Transformation der energieintensiven Industrien	30
6	Überlegungen zu Monitoring und Messbarkeit von Resilienz	40
6.1	Beispiele von Resilienzmessungen in der Praxis	40
6.2	Bemerkungen zur Messbarkeit von Resilienz	43
7	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	43
Anhang A	Verwendete Literatur	47

Tabellen

Tabelle 1	SWOT-Matrix in Bezug auf das FTI-System mit Relevanz für die Resilienz, nach Dimensionen	16
Tabelle 2	SWOT-Matrix zum Zusammenspiel nationaler und europäischer FTI-Politik im Hinblick auf die Krisenvorbereitung	24
Tabelle 3	IPCEI-Gründungen und Beitritte/Aktivitäten von Österreich	26
Tabelle 4	SWOT-Matrix zur Transformation der energieintensiven Industrien mit Blick auf die Resilienz	38

Abbildungen

Abbildung 1	Resilienz in der akademischen Literatur 1973 - 2004	8
Abbildung 2	Resilienzyklus und Resilienzdimensionen (beispielhaft)	9
Abbildung 3	Globale Risiken nach Schweregrad, kurz- und langfristig	11
Abbildung 4	Resilienzkapazitäten und Krisenbeispiele	13
Abbildung 5	Dimensionen von Governance in Teilsystemen des FTI-Systems	21
Abbildung 6	Die BMK Klima- und Transformationsinitiative – Transformation der Industrie	33
Abbildung 7	Anteil der Energieforschungsausgaben der öffentlichen Hand in Österreich am Bruttoinlandsprodukt 2000 bis 2021	36
Abbildung 8	Beispieldimension aus dem Resilienzmonitor des niederländischen Amtes für Statistik 2022	41
Abbildung 9	Themenbereiche des Resilienzdashboards der europäischen Kommission	42

1 Das Wichtigste in Kürze

Wie ist das österreichische Forschungs-, Technologie- und Innovationssystem (FTI-System) durch die Krise gekommen und welche Lehren können daraus für die Bewältigung zukünftiger Krisen gewonnen werden? Wie kann man in diesem Zusammenhang Resilienz beobachten und/oder messen? Diese Fragestellungen standen im Zentrum der vorliegenden Studie, die vom österreichischen Rat für Forschung und Technologieentwicklung beauftragt wurde. Methodisch stützt sich die Studie auf Interviews mit Expert*innen aus dem FTI-System, Workshops mit dem Rat, relevanten Stakeholdern und FTI-Akteuren sowie auf eine Recherche der einschlägigen Literatur und weiterer Quellen.

Die Studie betrachtet die drei Resilienzdimensionen Absorption, Adaption und Transformation. Dahinter verbergen sich konzeptionelle Vorstellungen hinsichtlich der Abfederung externer Schocks, der Anpassung eines Systems an Krisenereignisse sowie nach der Fähigkeit eines Systems, sich aufgrund von Krisen oder der Antizipation von Krisen grundlegend und zukunftsgerichtet zu ändern. Die Dimension der Transformation bzw. des *bounce forward* wird dabei nicht als inkrementelle Veränderungen in einem System verstanden, sondern als Beitrag zu einem systemischen Wandel.

Das Konzept Resilienz ist im Spannungsfeld zwischen Systembewahrung und Systemtransformation positioniert. Diese Studie behandelt sowohl schockartige Ereignisse wie die COVID-Pandemie als auch langsame, schleichende Veränderungsprozesse (*slow burn processes*), die sich zu Krisen akkumulieren können wie z.B. den Klimawandel. Erst wenn die Kapazitäten eines Systems durch stärkere, längere Auswirkungen von Krisen erschöpft wurden, werden auch stärkere Veränderungsimpulse gesetzt.

Vor dem Hintergrund der Erfahrungen mit der COVID-19-Krise zeigt die Studie, dass sich das österreichische FTI-System bisher als resilient vor allem im Sinne der ersten beiden Dimensionen (Absorption, Adaption) erwiesen hat und die durch die COVID-19-Krise hervorgerufenen Störungen insgesamt gut abfedern konnte. Das bedeutet aber im Wesentlichen auch eine Perpetuierung der bestehenden Stärken und Schwächen des Systems, wie es z.B. auch der RFTE in seinem Leistungsbericht 2022 beschreibt. Im Hinblick auf seine Transformationsfähigkeit als der dritten Dimension von Resilienz sind die jüngeren Erfahrungen weniger überzeugend. Vor dem Hintergrund der Fragestellung der Studie besteht ein Risiko für das FTI-System als Ganzes darin, dass es an Legitimation verliert, z.B. weil es zu wenig relevante Beiträge für die Vermeidung oder Bewältigung zukünftiger Krisen leistet. In einem wirkungsorientierteren, auf spezifische, zukünftige Krisen ausgerichteten System liegt aber auch eine Chance. Zur Nutzung dieser Chance und zur Steigerung der Gesamtresilienz des FTI-Systems weist die Studie in vier Teilbereichen auf Potenziale hin:

Dem Bereich (1) Governance kommt eine zentrale Rolle zur kurz- und mittelfristigen Ausrichtung des FTI-Systems zu. Im FTI-Kernbereich müssen dabei unterschiedliche Steuerungslogiken aufeinander abgestimmt werden, die die Bereiche Politik und Verwaltung, Wissenschaft und Forschung sowie Wirtschaft und Industrie konstituieren. Die COVID-19-Krise zeigte eine Aufwertung von Grundlagenforschung sowie die Möglichkeiten auf, Förderprozesse beschleunigt durchzuführen und Wissenschaftler*innen stärker in Entscheidungsgremien mit einzubeziehen. Auch mit Blick auf den Klimawandel bzw. die Biodiversität zeigen sich erste Veränderungen in der Governance des FTI-Systems hin zu mehr thematischer Steuerung und einem aktiveren Staat. Auf operativer Ebene wurden bereits erste Veränderungen bei Projektauswahl und bei der Bündelung von Aktivitäten eingeführt. Herausforderungen liegen aber im Konfliktpotenzial von Krisen

und in einer Politik, die sich in kurzfristigen Machtzyklen auf strategische Kommunikation konzentriert.

Die europäische Forschungs- und Innovationspolitik (2) ist wichtiger Bezugsrahmen und Impulsgeber für die österreichische FTI-Politik und wird besonders als Mittel zur Vorbereitung auf zukünftige Krisen verstanden und weniger als Instrument z.B. der Krisenabsorption. Im Bereich gibt es bekannte Stärken wie z.B. die guten Erfolgsquoten österreichischer Organisationen und guter Mittelrückflüsse sowie eine grundsätzlich vielfältige Akteurslandschaft aus wissenschaftlichen Einrichtungen und Unternehmen, die gut vernetzt sind. Gleichzeitig werden europäische Impulse in Österreich aber nicht mitgestaltet und oft nur verspätet aufgegriffen. Das betrifft auch jene Instrumente, denen mit Blick auf zukünftige Krisen eine hohe Relevanz zukommen könnte, wie z.B. die Netzwerkstrukturen der EIT KICs. Ein Risiko besteht darin, dass man die gute Ausgangsbasis und den Kontakt zu einschlägigen europäischen Partner*innen verliert. Eine Chance für eine Steigerung der Resilienz des österreichischen FTI-Systems liegt darin, dass europäische Instrumente in Zukunft stärker zur Krisenvorbereitung und -vermeidung und damit thematisch einschlägiger genutzt werden und so die Relevanz der nationalen FTI-Politik erhöhen und zu konkreten Lösungen in diesen Problemfeldern beitragen. In diesem Rahmen sind auch entsprechende Foresight-Aktivitäten zu sehen, die als Voraussetzung für eine erhöhte Systemresilienz gesehen werden können. Entsprechende Aktivitäten sind vor allem in europäischen Kooperationen sinnvoll, benötigen aber auch entsprechende Fähigkeiten und Kapazitäten auf Seiten der öffentlichen Verwaltung, um Ergebnisse nutzen zu können.

Ein thematisches Beispiel zur Resilienz des FTI-Systems ist die Transformation der energieintensiven Industrien (3), die den Pariser Klimazielen folgend in den nächsten Jahrzehnten auf eine CO₂-neutrale Produktion umgestellt werden müssen. In Summe haben sich auch die energieintensiven Industrien in COVID-19- und Energiekrise kurzfristig resilient gezeigt. Führende Unternehmen haben sich darüber hinaus für die Anpassung der Rahmenbedingungen für Investitionen eingesetzt und bestehende Pläne zur Transformation/Erneuerung rasch umgesetzt. Es kam aber zu keiner Transformation, obwohl die Szenarien und mögliche Maßnahmen existieren und bei Unternehmen sowie im Bereich des FTI-Systems die Strukturen vorhanden gewesen wären. Daher bestehen weitere Risiken, weil Europa abhängig bleibt und Wettbewerbsfähigkeit einbüßen könnte. In den Krisen hat sich aber die Wahrnehmung der energieintensiven Industrien verbessert und es besteht die Chance, über eine stärkere Verknüpfung von Forschungsfinanzierung mit Energie-, Umwelt- und Wirtschaftsbeihilfen einen großen Rollout der Transformation zu ermöglichen.

In Bezug auf die Messbarkeit von Resilienz scheint es bislang keine konkreten Vorarbeiten für den FTI-Bereich zu geben und auch in bestehenden Monitorings sind die Bezüge zum FTI-System gering. Aus der im Rahmen dieser Untersuchung durchgeführten empirischen Arbeiten hat sich kein besonderer Bedarf nach einem Monitoring für den FTI-Bereich ergeben. Entscheidende Weichenstellungen bei der Entwicklung eines Monitorings wären die Fragestellung dahinter (ex-post oder ex-ante, Krisenspezifität, Krisenvorbereitung, Umgang mit Befund und Bewertung der Befunde).

Empfehlungen

Die wichtigste Empfehlung der Studie ist es, das Thema Resilienz zukunftsgerichtet zu verstehen und die Vorbereitung auf mit hoher Wahrscheinlichkeit erwartbare Krisenszenarien (Klimakrise, Biodiversitätskrise, etc.) zu intensivieren, z.B. durch mehr vorausschauende Aktivitäten in diesem Bereich sowie in Anlehnung an die europäischen Instrumente eine stärkere strukturelle und thematische Ausrichtung des Systems auf mögliche Krisen. Das bedeutet, Bedarfsträger stärker einzubeziehen, relevante europäische Netzwerke auszubauen und die Forschung in einschlägigen Themenbereichen zu stärken. Die Legitimation dafür kann durch einen partizipativen,

beim Rat angelegten Prozess heraus entwickelt werden, um Krisenszenarien zu identifizieren und Anreize für Lösungsbeiträge aus dem FTI-System zu erhöhen. Dazu bedarf es einer stärkeren Vermittlung zwischen Politik, Forschung, Wirtschaft und Gesellschaft und eine Bearbeitung mit Zielen auf der Meso-Ebene. Der Fokus sollte auf entstehende Zielkonflikte gelegt werden.

Für die Transformation der energieintensiven Industrien braucht es eine österreichische Antwort auf den EU Net Zero Industry Act. Clean-Tech Produktionskapazitäten müssen aufgebaut werden und dafür notwendige, strategische Net-Zero-Technologien gefördert werden. Zur Beschleunigung der Transformation des Energiesystems müssen Forschung, Technologie und Innovation für die Wasserstoffstrategie konsequent umgesetzt werden. Erneuerbare Energieträger und notwendige Infrastrukturen müssen ausgebaut werden. Wenn innovative Technologien in den Vordergrund gestellt werden, müssen die Kapazitäten der Innovation Leader-Unternehmen genutzt werden, um Lösungen zu demonstrieren und Anpassungswege für Innovation Follower aufzuzeigen. Um notwendige Anpassungen in der Breite zu ermöglichen, werden große Marktentwicklungsprogramme für die Implementierung der notwendigen Innovationen benötigt.

2 Einleitung

Wie ist das österreichische FTI-System durch die Krise gekommen und welche Lehren können daraus für die Bewältigung zukünftiger Krisen gewonnen werden? Wie kann man in diesem Zusammenhang Resilienz beobachten oder messen? Diese Fragestellungen standen im Zentrum der gegenständlichen Untersuchung, mit der der österreichische Rat für Forschung und Technologieentwicklung Technopolis Austria und das AIT – Center for Innovation Systems and Policy – beauftragt hat. Die Studie wurde vor dem Hintergrund der COVID-19-Pandemie und anderer, rezenter Krisenentwicklungen der jüngeren Vergangenheit vergeben und von September 2022 bis Mai 2023 durchgeführt.

Wie in der Konzeptionsphase vereinbart und aufbauend auf empirischen Erhebungen legt die Studie einen Schwerpunkt auf die Resilienz des FTI-Systems am Beispiel der Reaktionen auf die COVID-19-Pandemie und zum Teil auf die Energiekrise. In weiterer Folge spielen Fragen der Krisenantizipation und der Krisenvorbereitung vor allem in Bezug auf den Klimawandel eine wichtige Rolle.

Fünf Interviews mit Rät*innen zu Beginn des Projektes, 10 Stakeholderinterviews unter anderem mit Vertreter*innen von Ministerien und Agenturen sowie zwei Workshops mit FTI-Akteuren mit Erfahrungen mit i) europäischen FTI-Instrumenten im nationalen Kontext und ii) im Themenbereich FTI und energieintensive Industrien in Österreich mit zusammen 11 Teilnehmenden bilden die empirische Grundlage der Analysen. Die Studienergebnisse wurden in einem Workshop mit Rät*innen und Ministeriumsvertreter*innen diskutiert und validiert.

Die Studie folgt der folgenden **Struktur**:

- Das folgende Kapitel 3 definiert zentrale Begrifflichkeiten und Konzepte in Bezug zu Resilienz
- Kapitel 4 beschreibt die Resilienz des österreichischen FTI-Systems am Beispiel von COVID-19
- Kapitel 5 erörtert konkrete Beispiele zu Resilienz im FTI-System, darunter Fragen zur Governance, zur Schnittstelle von europäischen und nationalen FTI-Instrumenten, zum Thema Foresight und Resilienz sowie mit Bezug auf die Transformation der energieintensiven Industrien
- Kapitel 6 befasst sich mit Möglichkeiten, Resilienz zu messen
- Im letzten Kapitel 7 werden Schlussfolgerungen und Empfehlungen präsentiert

3 Begrifflichkeiten: Resilienz und Krisen

Im folgenden Kapitel definieren wir zentrale Begrifflichkeiten, die zum Verständnis des Resilienzkonzepts wichtig sind, sowie unseren Studienansatz.

3.1 Resilienz und Krisen - Begriffsdefinitionen

Resilienz ist ein heute ein allgegenwärtiger Begriff, der von Walker 2020 wie folgt definiert wird: „Resilience is the ability to cope with shocks and to keep functioning in much the same kind of way. It is a measure of how much an ecosystem, a business, a society can change before it crosses a tipping point into some other kind of system that it then tends to stay in“.¹

Historisch geht der Begriff auf die Ökosystemforschung zurück. Hier erlangte der Begriff Resilienz seit den 1970er Jahren zunehmende Bedeutung. Zuerst wurde Resilienz einem weitgehend statischen Engineering-Ansatz entsprechend definiert als „die Widerstandsfähigkeit gegenüber einer Störung und die Geschwindigkeit der Rückkehr eines Ökosystems zu seinen Ausgangsbedingungen nach einem Störereignis“².

Es gibt aber auch Systemzustände, wie z.B. im Bereich von Innovationssystemen, in denen eine solche „Grundstabilität“ und Rückkehr zu einem Ausgangspunkt nicht möglich ist, sondern nach einer Störung, ein neues, anderes Gleichgewicht erzielt wird. Anstelle einer statischen Betrachtungsweise trat daher ein **zunehmend dynamisches Verständnis von Gleichgewicht, das Resilienz als „das Maximum an Störung, das vom System absorbiert oder ausgeglichen werden kann, ohne dass seine Systemstruktur, bzw. seine das Systemverhalten bestimmenden Variablen und Prozesse, grundlegend verändert werden“³ definiert.**

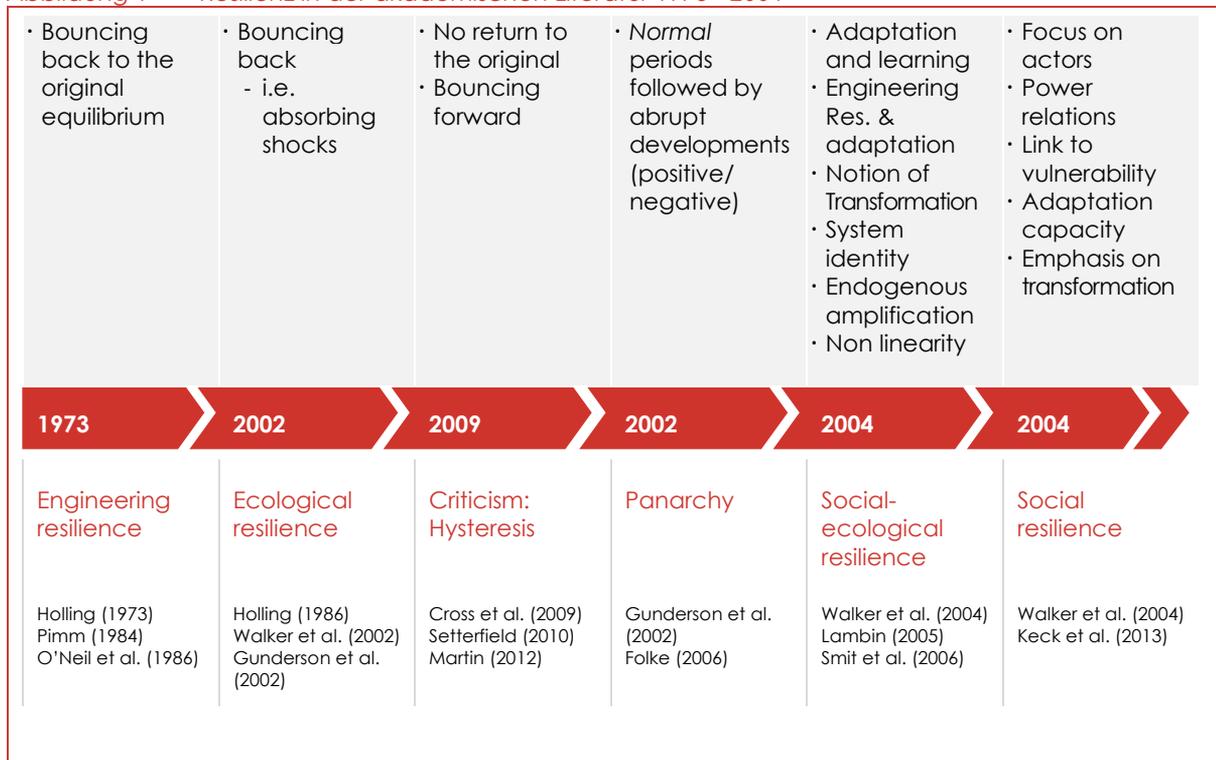
Manca et al (2017) haben die bestehenden Konzepte und Diskurse zur Resilienz in einer Überblicksdarstellung strukturiert und eingeordnet. Abbildung 1 zeigt, wie sich der Diskurs um Resilienz entwickelt hat und u.a. stärker Fragen zu Akteuren, Governance, aber auch Transformation in den Fokus setzt.

¹ Walker, Brian. (2020). Resilience: what it is and is not. Ecology and Society. 25. 10.5751/ES-11647-250211.

² Holling und Gunderson 2002

³ Siehe Holling 1973, Gunderson & Pritchard Jr. 2002, Holling und Gunderson 2002, Walker et al. 2002, 2004.

Abbildung 1 Resilienz in der akademischen Literatur 1973 - 2004



Quelle: Manca et al 2017⁴. Formatierung und Adaption Technopolis & AIT.

Die Literatur zur Resilienz zeigt ein dem Konzept inhärentes **Spannungsfeld zwischen Systembewahrung und Systemtransformation** auf, bei dem es im Kern um die Frage geht, wie Eigenschaften wie eine hohe Stabilität oder eine hohe Veränderungsbereitschaft eines Systems bewertet werden. Walker 2020 formuliert dazu: „Resilience is not always good or desirable. Evil dictatorships (...) can be very resilient. The problem in such cases is to know how to reduce their resilience.“⁵ Eine sinnvolle Behandlung des Themas Resilienz erfordert daher nicht nur eine Bestimmung von Resilienz (stark/schwach), sondern auch ihre Bewertung (erwünscht/unerwünscht).

Im akademischen Diskurs und auch in der gegenständlichen Studie rückt die Frage von Transformation und ihrer Ermöglichung in den Vordergrund. Wenn es gelingt, eine Krise zur Implementierung von zukunftsorientierten Veränderungen in Anpassung an einen Schock oder in Antizipation eines Schocks zu nutzen, dann wird in diesem Zusammenhang auch von **bounce forward** gesprochen.

Der Begriff der Resilienz beschreibt einen Prozess, der grob in die folgenden Schritte unterteilt werden kann:

1. Das bestehende FTI-System kann vor einem Schock im Hinblick auf dessen Funktionsbedingungen, z.B. in Bezug auf verfügbare Ressourcen, beschrieben werden. Das betrifft z.B. finanzielle Ressourcen, soziales Kapital (Vernetzungen), Humankapital (Personen mit bestimmten Fähigkeiten), die Fähigkeit eines Systems, dem eigenen Handeln Sinn zu stiften), oder auch vorhandene Instrumente. Diese Ressourcen können entweder ausreichend oder

⁴ Manca, Benczur and Giovannini (2017), Building a scientific narrative towards a more resilient EU society, Part 1: a conceptual framework, EUR 28548 EN, doi:10.2760/635528

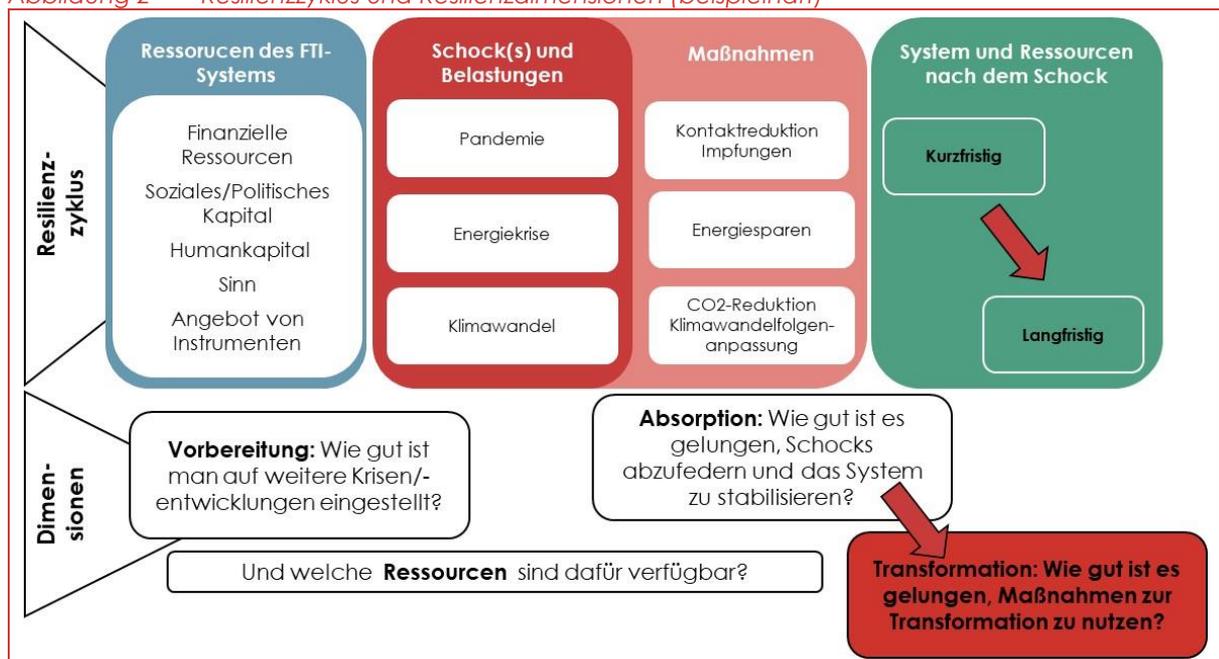
⁵ Walker, Brian. (2020). Resilience: what it is and is not. Ecology and Society. 25. 10.5751/ES-11647-250211.

passend sein und so die Widerstandskraft bzw. die Anpassungsfähigkeit gegenüber diesen Krisen stärken (Resilienzkapazität⁶) oder schwächen.⁷

2. Ereignisse werden erkannt, die Krisen auslösen oder dazu das Potenzial haben, wie z.B. eine Pandemie, eine Energiekrise oder auch einzelne, vom Klimawandel hervorgerufene Krisenereignisse. Dieser externe Schock trifft auf das bestehende System und hat direkte Auswirkungen (z.B. Energiemangel).
3. In Reaktion auf die Krise werden Maßnahmen gesetzt, die die Auswirkungen abfedern sollen und ihrerseits kurzfristige oder langfristige Auswirkungen auf das System haben.
4. Am Ende des Prozesses steht ein System samt Ressourcen direkt nach dem Schock und in seiner weiteren, langfristigen Entwicklung.

Die folgende Abbildung 2 zeigt diesen Prozess exemplarisch:

Abbildung 2 Resilienzyklus und Resilienzdimensionen (beispielhaft)



Quelle: Technopolis & AIT angelehnt an Frankenberger und Nelson 2013.

Aus diesem Prozess ergeben sich wie von Rudloff 2022 dargelegt drei im akademischen Diskurs genutzte Resilienzdimensionen⁸:

- In der Dimension der **Absorption** geht es um die Frage, wie gut externe Schocks abgefedert werden können und eine Stabilisierung des Systems gelingt, sodass es weiter wie gewohnt funktioniert. Ein Beispiel für eine Maßnahme, die in diesen Bereich fällt, waren die COVID-19-Hilfsmaßnahmen für Unternehmen und andere Akteure. Im FTI-Bereich fallen darunter z.B.

⁶ Hier stützen wir uns auf Arbeiten und Konzepten aus dem Bereich der Entwicklungspolitik und Resilienz, siehe z.B. Béné 2020 und Frankenberger 2014.

⁷ Beispielhaft sei hier der Fokus auf immunschwächere Personen bei der Covid-19 Pandemie genannt oder die unterschiedliche Positionierung von Ländern mit unterschiedlicher Abhängigkeit von Gas aus Russland hinsichtlich der Analyse von Resilienz.

⁸ Rudloff, Bettina 2020. Wirtschaftliche Resilienz: Kompass oder Catchword? Welche Fallstricke und Folgeeffekte die EU im Krisenmanagement beachten muss, S.7.

auch der Covid-19 Startup-Hilfsfonds der aws⁹ oder auch der Corona-Emergency-Call der FFG.¹⁰

- In der Dimension der **Adaption** stehen Frage zur vorausschauenden Vorbereitung auf Krisenereignisse im Vordergrund. Das kann z.B. Foresight betreffen, oder Instrumente wie Versicherungen oder Schulungen. Wie können, ausgehend von krisenhaften Veränderungen, Veränderungsbedürfnisse und -chancen frühzeitig erkannt und dann genutzt werden?
- Zuletzt beschreibt **Transformation** die Fähigkeit eines Systems, sich grundlegend zu ändern, wenn seine Funktionstüchtigkeit insgesamt an Grenzen stößt. In dieser Dimension geht es auch um die Frage, inwieweit Krisen es ermöglichen, dass ein System nach einem externen Schock oder in Antizipation eines solchen Veränderungen implementieren kann, die in die Zukunft gerichtet sind und den Umgang mit künftigen Krisen oder Belastungen betreffen (bounce forward).

Die Dimension der Transformation bzw. des bounce forward verstehen wir im Einklang mit den Ergebnissen der Konzeptionsinterviews nicht als inkrementelle Veränderungen in einem System, sondern als einen Beitrag zu einem systemischen Wandel. Das kann gut an einem Beispiel aus der Corona-Zeit illustriert werden, und zwar den durch COVID-19 bedingten **Digitalisierungsbestrebungen der Universitäten**: Durch die durch Kontaktbeschränkungen notwendige Umstellung der Lehrangebote auf digitale Lehre, haben Universitäten und Fachhochschulen schon bereits bestehende Konzepte wie z.B. blended Learning oder Fernlehre nunmehr in der Breite umgesetzt. Dabei handelt es sich aber eher um eine durch eine Krise hervorgerufene, pfadabhängige, inkrementelle Umgestaltung eines bestehenden Angebots. Eine (unmittelbare) systemische Veränderung darüber hinaus blieb aber aus. Denkbar wäre z.B. die Koordination der digitalen Lehrangebote über die organisationalen Grenzen der einzelnen Universitäten hinweg, bei denen mehrere oder alle österreichischen Universitäten z.B. eine Vorlesung zu den Grundlagen in der Mathematik anbieten (und nicht etwa 20 verschiedene nur für die jeweils eigenen Studierenden). Die freigewordenen Ressourcen hätten von den Universitäten für andere, neue Angebote genutzt werden können (Quelle: Konzeptionsinterview).

3.2 Rolle von Krisen im Resilienzkonzept und in den empirischen Erhebungen

Eine konkrete Anwendung des Resilienzkonzepts ist nur im Zusammenhang mit spezifischen Krisen oder Belastungen möglich. Krisenphänomene sind in den vergangenen Jahren gehäuft aufgetreten, hierzu zählen die Finanzkrise (2007/08), die Schuldenkrise (ab 2009), die sogenannte Flüchtlingskrise (insbesondere ab 2015), die COVID-19-Epidemie (ab 2020), der Krieg in der Ukraine (ab 2022), in dessen Folge die Energiekrise, und durch den Klimawandel hervorgerufene Krisen sowie die durch anthropogen verursachte Faktoren ausgelöste Biodiversitätskrise. Für die nächsten Jahre ist davon auszugehen, dass sich Krisenphänomene intensivieren, verstärkt auftreten, und verstärkt überlappen. So ergab eine kürzlich veröffentlichte Studie des World Economic Forums die folgenden Risikowahrnehmungen von befragten Expert*innen aus der Wissenschaft, Wirtschaft, Gesellschaft und von Regierungen für die nächsten zwei bzw. die nächsten zehn Jahre, geordnet nach Schweregrad (siehe die folgende Abbildung 3).

⁹ <https://www.aws.at/richtlinien/richtlinie/covid-19-startup-hilfsfonds/>

¹⁰ <https://www.ffg.at/news/ffg-grosser-erfolg-fuer-corona-emergency-call>

Abbildung 3 Globale Risiken nach Schweregrad, kurz- und langfristig



Quelle: World Economic Forum Global Risks. Perception Study 2022-2023. N=1,200 experts across academia, business, government, the international community and civil society.

Zwei Ergebnisse der Befragung sind aus unserer Sicht bemerkenswert: Erstens liegen zukünftige Risiken und damit Krisenpotenziale vor allem im gesellschaftlichen Bereich und im Umweltbereich. Im Umweltbereich sind das kurzfristig Naturkatastrophen und Extremwetterphänomene sowie gescheiterte Klimawandelmitigation (d.h. Maßnahmen gegen die vom Menschen erzeugte Erwärmung des Planeten), langfristig ein Scheitern der Klimawandelmitigation, ein Scheitern der Klimawandelanpassung, weitere Naturkatastrophen und Extremwetterphänomene sowie die Biodiversitätsverlust und Ökosystemkollaps. Im gesellschaftlichen Bereich genannt wurden die Erhöhung der Lebenshaltungskosten; starke, unfreiwillige Migrationsbewegungen; oder verstärkte, gesellschaftliche Polarisierung. Die letzten beiden Aspekte werden auch als langfristige Risiken wahrgenommen. Zweitens sehen die befragten Expert*innen keine vergleichbaren Risiken im wirtschaftlichen Bereich, sehr wohl aber ein Risiko im technologischen Bereich, wo insbesondere die Themen künstliche Intelligenz und Cyber Security erwähnt werden.

Die Abbildung darf aber nicht dahingehend missverstanden werden, dass nur eines der beschriebenen Risiken eintreten wird. Vielmehr wird der Begriff „Polycrisis“ sowohl in den Medien¹¹ als auch in der Wissenschaft¹² zunehmend verwendet. Hierunter versteht man üblicherweise eine Überlappung von verschiedenartigen, als Krisen beschriebenen Phänomenen. Im akademischen Diskurs wird außerdem der Begriff Makrokrisis verwendet: „A single, macro-crisis of interconnected, runaway failures of Earth's vital natural and social systems that irreversibly degrades humanity's prospects“.¹³ Eine solche Makrokrisis ist noch nicht eingetreten, es wird jedoch erwartet, dass sich die Wahrscheinlichkeit dafür in Zukunft erhöht. In der gegenwärtigen Situation multipler, gleichzeitig bestehender Krisenphänomene sind klassische Ursache-Wirkungszusammenhänge jedoch schwer zu isolieren: Sowohl die Verursachung als auch die Folgen sind kollektiv und Krisen bedingen sich wechselseitig.

Der **Begriff Resilienz wird häufig in Zusammenhang mit schockartigen Ereignissen verwendet. Demgegenüber gibt es aber auch langsame, schleichende Veränderungsprozesse** (*slow burn processes*), die Krisen hervorrufen und Systeme in ihrer derzeitigen Form allmählich zum Kippen bringen können¹⁴. Dazu gehören Entwicklungen wie der Klimawandel, die abnehmende Biodiversität oder die sozialen und ethischen Auswirkungen von technologischen Transformationsprozessen wie der Digitalisierung. Ein anderes Beispiel ist der Fachkräftemangel, der auch Akteure aus dem FTI-Bereich betrifft. Solche Entwicklungen sind üblicherweise lange bekannt, das Problem wird von der Politik jedoch erst aufgegriffen, wenn die Störung stark genug ist oder die öffentliche Aufmerksamkeit deutlich dahin gelenkt wird. Das ist auch ein Hinweis auf einen Mangel an systematischer Vorausschau, ganz abgesehen von jeweils aktuellen Partikularinteressen und der – auch dem Zyklus demokratischer Wahlen geschuldeten – Kurzfristigkeit politischer Maßnahmen.

Grundsätzlich wird in der Literatur von einem **Zusammenhang zwischen Störungsintensität einer Krise und der Veränderungsbereitschaft eines Systems** ausgegangen. Dahinter steht die Vorstellung, dass Systeme dazu neigen, kurze oder schwache Störungen erst einmal zu absorbieren. Erst wenn die Störung intensiv oder lange genug ist, sodass die Auswirkungen nicht mehr vom System und seinen Ressourcen bewältigt werden können, ist der Druck hoch genug für systemische Veränderungen. Die folgende Abbildung 4 stellt diesen Zusammenhang schematisch dar und positioniert die COVID-19-Krise sowie den Klimawandel auf der Entwicklung hin zu einer Klimakrise in diesem Denkschema. **Klimakrise** wird hier verstanden als die Summe der verschiedenartigen Krisen, die in Zukunft vom Klimawandel hervorgerufen werden.

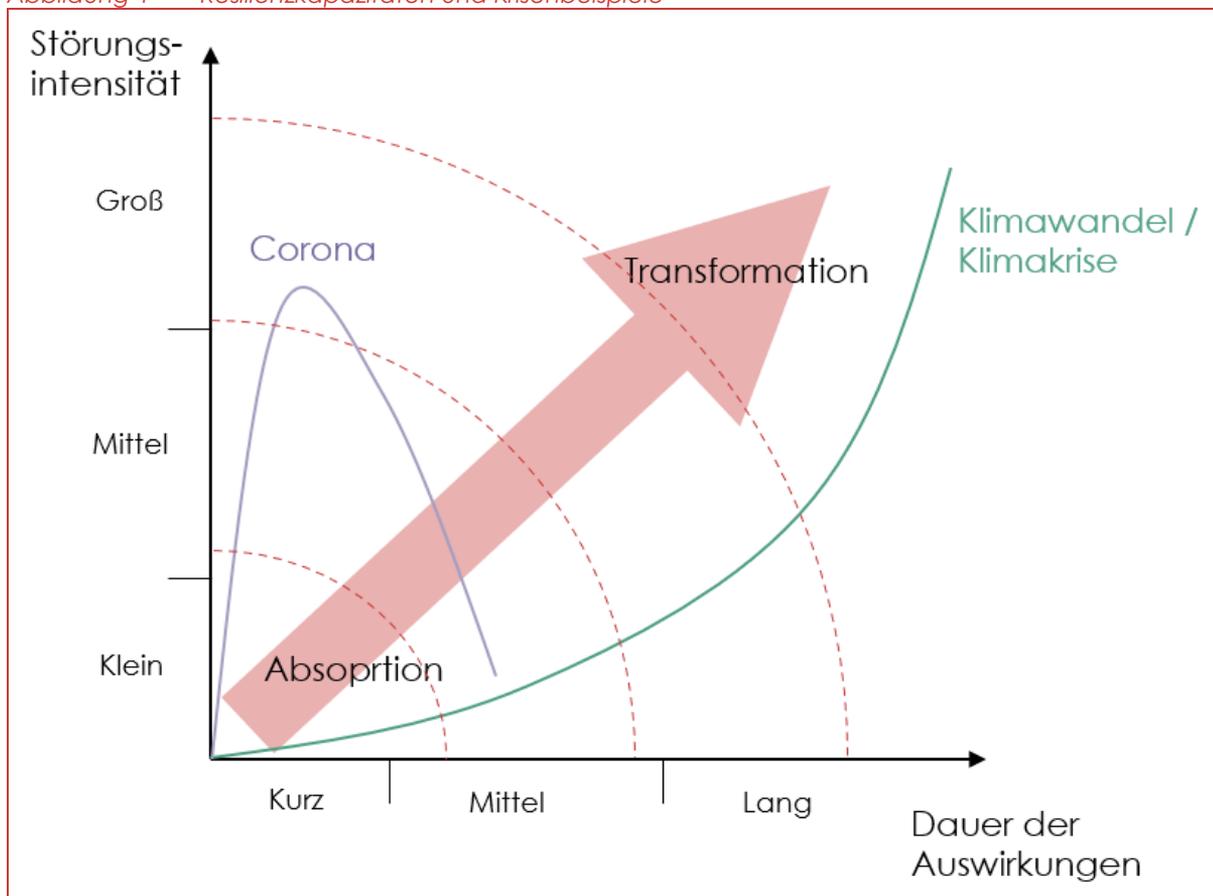
¹¹ Siehe z.B. <https://www.weforum.org/agenda/2023/03/polycrisis-adam-tooze-historian-explains/>. Eine Internetsuche ergibt darüber hinaus, dass der Begriff im Jahr 2023 auf Seiten der folgenden Organisationen aufscheint: WEF, UNICEF, Zurich Insurance, ING, Time, UN News.

¹² Siehe z.B. Homer-Dixon, Thomas and Renn, Ortwin and Rockstrom, Johan and Donges, Jonathan F. and Janzwood, Scott, A Call for An International Research Program on the Risk of a Global Polycrisis (December 16, 2021). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4058592> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4058592>

¹³ Ebd.

¹⁴ Pendall 2010; Manca, Benczur and Giovannini (2017), S.3.

Abbildung 4 Resilienzkapazitäten und Krisenbeispiele



Quelle: Technopolis & AIT angelehnt an Manca et al (2017), S.8, Abbildung 2.

Zum heutigen Zeitpunkt kann die **COVID-19-Krise** als kurzfristig und kurz- bis mittelfristig wirkende Störung klassifiziert werden, die sich auf alle gesellschaftlichen Bereiche, darunter auch das FTI-System, ausgewirkt hat. Die Entwicklung ist noch nicht abgeschlossen, weswegen die entsprechende Linie noch nicht endet.

Vom **Klimawandel** auf der anderen Seite ist die Gesellschaft in ihrer Gesamtheit bisher noch vergleichsweise wenig betroffen. Einzelne Extremwetterphänomene stehen sehr wahrscheinlich im Zusammenhang mit dem Klimawandel, sind aber als einzelne Phänomene nicht attributierbar. Das trifft auch auf Phänomene wie verlängerte Dürreperioden zu. Zwar sind die ansteigenden Durchschnittstemperaturen in den letzten Jahren direkt erfahrbar gewesen – die Durchschnittstemperatur in Österreich lag im Jahr 2022 z.B. 2,3° C über dem Bezugszeitraum 1961-1990¹⁵ –, die Auswirkungen dieses Temperaturanstiegs auf die Gesellschaft zeigen sich bisher eher in der Landwirtschaft oder im Migrationsbereich, im FTI-System gibt es derzeit noch keine Auswirkungen.

3.3 Erfahrungen mit dem Resilienzkonzept und Studienfragestellungen

Im Rahmen der Konzeptionsphase der Studie haben wir den Resilienzbezug ausführlich mit dem Auftraggeber und den Rät*innen diskutiert. In Anbetracht der für den Rat für Forschung und

¹⁵ Siehe Klimastatusbericht CCA, 2022. Abgerufen über https://ccca.ac.at/fileadmin/00_DokumenteHauptmenue/02_Klimawissen/Klimastatusbericht/KSB_2022/Klimastatusbericht_2022_OE.pdf.

Technologieentwicklung relevanten Resilienzdimensionen, der gegenwärtigen bzw. erwartbaren Krisen, sowie der verfügbaren Ressourcen, ist das Ziel, das vorgestellte Resilienzkonzept explorativ in verschiedenen Themenbereichen und mit verschiedenen Gruppen von FTI-relevanten Akteuren konkret anzuwenden. Sie soll so eine analytische Basis für notwendige Maßnahmen, die die Systemresilienz im FTI-Bereich in Österreich erhöhen, schaffen und dafür konkrete Lösungs- und Handlungsvorschläge entwickeln.

Die Hauptfragestellungen waren:

- Wie lässt sich Resilienz beobachten und/oder messen? Wie lässt sich Resilienz grundsätzlich bewerten?
- In welchem Verhältnis steht die FTI-Politik mit ihren Instrumenten (genutzt/theoretisch) zu Resilienz? Welche Teilsysteme sind der FTI-Politik mit diesen Instrumenten zugänglich für Resilienzsteuerung?
- Welche FTI-politischen Instrumente sind geeignet, Resilienz langfristig zu steigern? Kann die FTI-Politik auch Beiträge dazu leisten, Teilsysteme zumindest kurzfristig und vorübergehend zu stabilisieren?
- Gibt es trade-offs und/oder nicht-intendierte negative Konsequenzen möglicher Schritte zur Resilienzerhöhung und wie lassen sich diese abmildern/verhindern?
- Wie muss die FTI-Politik mit Hinblick auf die Resilienz in die politikfeldübergreifenden Handlungen anderer Akteure eingebunden werden?
- In wieweit greifen aktuelle Hilfspakete etc. auf FTI-politische Instrumente zurück bzw. welche relative Bedeutung kommt diesen Instrumenten zu?

Ein Ergebnis der Konzeptionsphase der Studie war, dass es bei **überlappenden Krisenphänomenen** nicht mehr um die Überwindung von einzelnen Krisen geht, sondern es nur noch um die Schaffung von Strukturen und Prozessen zur agilen¹⁶ Bewältigung von extern ausgelösten Veränderungen im Allgemeinen gehen kann. Der ursprünglich vorgeschlagene Zugang, eine Szenarientwicklung durchzuführen zur Entwicklung spezifischer Krisenszenarien in spezifischen Kontexten, schien aus diesem Blickwinkel wenig hilfreich und wurde daher verworfen. Der Fokus der empirischen Arbeiten war es, ausgewählte Bereiche in ihrem Handlungspotenzial zu erkennen und mit Bezug auf Krisenreaktion und Krisenvorbereitung in größerem Detail zu analysieren.

Im Zuge der empirischen Arbeiten standen zwei Krisen bzw. Krisenentwicklungen im Vordergrund, die den Hintergrund der Überlegungen zur Resilienz des österreichischen FTI-Systems bildeten. Das war einerseits der Rückblick auf die (fast) überwundene COVID-19-Krise und andererseits der Vorausblick auf die zu erwartenden, vom Klimawandel hervorgerufenen Krisen.

Eine Herausforderung bestand in der Bestimmung des Verhältnisses der Resilienz des FTI-Systems an sich und dessen Beitrag zur Resilienz des Gesamtsystems. Diese Studie fokussiert auf die Resilienz des FTI-Systems bzw. einzelner, relevanter Bereiche desselben. Damit verbunden ist die Vorstellung, dass das FTI-System aber in Bezug steht zur Resilienz des Gesamtsystems, weil es in Krisenmomenten z.B. dabei unterstützen kann, das System zu stabilisieren oder zu verändern, und weil es langfristig die Parameter für anthropogene Entwicklungen – zum Guten oder auch zum Schlechten – prägt.

¹⁶ Siehe dazu z.B. auch Weber et al (2021): Agilität in der F&I-Politik. Konzept, Definition, Operationalisierung. https://www.e-fi.de/fileadmin/Assets/Studien/2021/StuDIS_08_2021.pdf.

Deswegen rückt an verschiedenen Stellen der Untersuchung die Relevanz des FTI-Systems in den Vordergrund, also die Frage, ob das FTI-System heute und/oder in Zukunft einen positiven Beitrag zur Wirtschaft und Gesellschaft leistet, weil hier z.B. Personen mit benötigten Fähigkeiten ausgebildet werden, weil neues Wissen generiert wird, das für andere Bereiche relevant ist, oder neues Wissen zum Nutzen des Gesamtsystems in die Anwendung transferiert wird.

4 Ausgangspunkt: Resilienz des österreichischen FTI-Systems angesichts der COVID-19-Krise

Ausgangspunkt der Studie zur Resilienz des FTI-Systems war in fast allen unserer empirischen Arbeiten die Frage, inwieweit das österreichische FTI-System von der COVID-19-Krise beeinflusst wurde. Insgesamt war der vermittelte Eindruck in den Gesprächen, dass sich das österreichische FTI-System als resilient erwiesen hat, weil die durch die COVID-19-Krise hervorgerufenen Störungen insgesamt gut absorbiert werden konnten.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass die COVID-19-Krise zum Zeitpunkt der Berichtlegung (Juni 2023) noch nicht überwunden ist. Zwar hat die WHO¹⁷ am 5. Mai 2023 die am 30. Januar 2020 ausgerufene gesundheitliche Notlage internationaler Tragweite für beendet erklärt, dabei hat sie aber festgehalten, dass das Virus auch weiterhin gefährlich bleibe, weiterhin Menschen an COVID-19 sterben und das Virus auch weiterhin mutieren könne. Damit ist das Bild zur Resilienz des Systems noch vorläufig, auch, weil durch die Krise ausgelöste Entwicklungen noch andauern oder Aufarbeitungsprozesse noch nicht gestartet sind.

Außerdem lag der Fokus der Studie nicht auf der ex-post-Bewertung der Resilienz des FTI-Systems am Beispiel der COVID-19-Krise, weswegen der folgende Abschnitt sich auf einige explorative Interviews und punktuelle Recherchen stützt und keinen Anspruch auf eine vollständige Aufarbeitung des Themas stellt. Dabei soll keinesfalls der Eindruck entstehen, dass die mitunter drastische Auswirkungen der COVID-19-Krise auf persönlicher oder auch auf Organisationsebene, z.B. durch Krankheits- und Todesfälle, oder durch die kurzfristige Umstellung des Lehrbetriebs an Universitäten kein Gewicht hätten – ihre Einschätzung ist jedoch nicht Gegenstand der Studie.

Der Eindruck der im Rahmen der Studie befragten Expert*innen, darunter z.B. die Mehrzahl der Rät*innen des RFTE, Vertreter*innen des BMKs, des BMAWs und des BMBWFs, der FFG sowie von forschungsaktiven Unternehmen war, dass das FTI-System insgesamt gut durch die Krise gekommen sei. Das zeigen auch z.B. Studien zu spezifischen Fragestellungen (siehe z.B. Reinstaller 2022 zu den Auswirkungen von COVID-19 auf die Innovationsfähigkeit von Unternehmen oder den Start-up-Monitor 2022¹⁸) oder z.B. gestiegene Antragszahlen z.B. bei der FFG¹⁹ oder zumindest ausgebliebene Einbrüche wie bei der CDG²⁰.

In der Tat zeigt auch eine Auswertung der STIP-Datenbank der OECD für Österreich und einige andere Länder²¹, dass es bei einer Vielzahl von **bestehenden** FTI-Instrumenten zu Anpassungen

¹⁷ Siehe <https://www.who.int/news-room/speeches/item/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing--5-may-2023>.

¹⁸ Siehe <https://austrianstartupmonitor.at/wp-content/uploads/2023/04/ASM-2022.pdf>, S. 12f.

¹⁹ Siehe https://www.ffg.at/sites/default/files/allgemeine_downloads/ffg/FFG_Foerderstatistik_2020.pdf.

²⁰ fteval Podcast, Folge 9: <https://fteval.at/podcast/folge-9-cdg/>.

²¹ Auswertung der von der OECD gelisteten Initiativen im STIP Compass. Für COVID-19-spezifische Instrumente siehe <https://stip.oecd.org/stip/interactive-dashboards:selectedAggregation=themeList>. Für bestehende Instrumente in

wie Projektverlängerungen, Priorisierung von COVID-spezifischen Themen oder auch einer erhöhten Finanzierung kam. Zusätzlich wurde das System durch einige ad-hoc-Stimuli im FTI-Bereich stabilisiert. Anders als in Ländern wie z.B. der Schweiz, den Niederlanden oder Deutschland kam es aber nicht zur Auflage **neuer** Maßnahmen mit längerem Zeithorizont für Bereiche wie „Mitigating long-term negative impacts of COVID 19“²² oder „Governance arrangements to tackle COVID-19.“²³

Die systemischen Auswirkungen von COVID-19 auf das FTI-System sind also insgesamt gering, was letztendlich eine Perpetuierung bestehender Stärken und Schwächen des Systems bedeutet, wie es z.B. auch der RFTE in seinem Leistungsbericht 2022 beschreibt.

Im Folgenden gehen wir auf die im Rahmen der Studie erarbeiteten Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken näher ein. Die Stärken und Schwächen werden aus einer ex-post-Perspektive genannt, während Chancen und Risiken in die Zukunft gerichtet sind.

Tabelle 1 SWOT-Matrix in Bezug auf das FTI-System mit Relevanz für die Resilienz, nach Dimensionen

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> • Gut finanziertes FTI-Kernsystem ist auch in der Krise stabil geblieben • Breit aufgestelltes FTI-System (von den Grundlagen in die Anwendungen) • Gut ausgebaute Kooperationsstrukturen im Bereich Wissenschaft/Wirtschaft • Gute Erfolgsquote in Horizon Europe unter österr. Forschungsakteuren <p><i>Speziell für Absorption</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Stabile Forschungsaktivität auch während COVID-19 • Erhöhte Budget/Planungssicherheit durch Forschungsfinanzierungsgesetz (FoFinaG) <p><i>Speziell für Adaption</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • In einigen krisenrelevanten Themen gut positioniert und vernetzt (Mobilität, Städte, IKT) 	<ul style="list-style-type: none"> • Geringe Umsetzungsstärke im Vergleich zu den aufgewendeten Ressourcen • Kapazität und Kompetenz der ministeriellen Fachabteilungen geschwächt • Wenig Foresight insgesamt oder spezifisch zu Krisen <p><i>Speziell für Absorption</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Datenverfügbarkeit (z.B. überregional, ressortübergreifend) gering <p><i>Speziell für Absorption, Transformation</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Weiterhin geringer Anteil von Risikokapital trotz vieler einschlägiger (Förder)instrumente

Österreich und deren Adaption wegen COVID-19 siehe <https://stip.oecd.org/stip/interactive-dashboards/counties/Austria>.

²² Mitigating long-term negative impacts of COVID 19: Mitigating long-term impacts of COVID-19 Initiatives addressing long-term negative impacts such as shifting priorities and possible declines in research funding, greater precarity for researchers, decreasing R&D investments by businesses, etc.

²³ Governance arrangements to tackle COVID-19: Overarching/central coordination body; inter-ministerial councils; priority-setting mechanisms; scientific advisory structures; strategic advisory body and councils; ad hoc expert groups. Dedicated strategic policy intelligence body (high-level expert groups, advisory councils with analytical capacity, etc.). Regulation, standards and rules related to evidence-based policy making. Scoreboards, indexes and data for measuring research and innovation; strategic foresight; policy monitoring.

Chancen	Risiken
<p>Alle Dimensionen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zunehmende Krisendichte und -intensität erhöht Transformationsbereitschaft des FTI-Systems • Ausweitung von FTI-Aktivitäten mit Blick auf neue, krisenbetroffene Zielgruppen und deren Bedarfe (Krisen in Folge des Klimawandels, Biodiversität, etc.) 	<p>Alle Dimensionen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gesellschaftliche Anerkennung des FTI-Systems und der Menschen darin verringert sich und damit die Bereitschaft, FTI oder gewisse FTI-Aktivitäten zu finanzieren (mangelndes Vertrauen, Breitenwirksamkeit, Irrelevanz) • Abnehmende Breite in den FTI-Aktivitäten und besonders der Grundlagenforschung verringert die Wahrscheinlichkeit, für verschiedenartige Krisen gerüstet zu sein • Intensivierende Krisen oder Polycrisis verschieben den Fokus der Aufmerksamkeit und/oder der knapper werdenden Ressourcen stark auf Anwendung & Entwicklung

Quelle: Interviews, FTI-Monitor, Workshops, eigene Überlegungen (Chancen & Risiken).

Eine **Stärke** des österreichischen FTI-Systems, die sich auch nicht während der COVID-19-Krise wesentlich verändert hat, liegt in einem international vergleichsweise gut finanzierten FTI-System. Das zeigt sich auch im FTI-Monitor des RFTE und gilt besonders für die Unternehmensfinanzierung, die Hochschulen und deren Grundlagenforschung, aber auch insgesamt. Einzig die wettbewerblich vergebenen Mittel für Grundlagenforschung sind im internationalen Vergleich gering.

Während der COVID-19-Krise hat sich die Forschungsaktivität von vielen Unternehmen nicht oder nur wenig reduziert. Reinstaller 2022 kommt zu dem Schluss, dass sich ein „*insgesamt gemischtes Bild zu den Auswirkungen der COVID-19-Pandemie auf Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten der Unternehmen [ergibt]. Insgesamt zeichnet sich eine Stabilisierung der F&E Ausgaben ab, doch spiegelt sich die asymmetrische Wirkung der Pandemie auf die Wirtschaft auch in der Entwicklung der F&E Ausgaben des Unternehmenssektors wider. Die Stabilisierung ging mit einer Umschichtung der F&E Finanzierung einher.*“²⁴ Damit dürfte, so Reinstaller weiter, die Politik einen wichtigen Beitrag zur Stabilisierung der F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors geleistet haben.²⁵ Die Auswirkungen der COVID-19-Krise auf die Unternehmen sind jedoch asymmetrisch und betrafen z.B. den Automobilsektor stärker als Unternehmen aus den Bereichen Gesundheit oder IKT.

Grundsätzlich verfügt Österreich aus Sicht der befragten Expert*innen über ein breit aufgestelltes FTI-System, dessen Zusammensetzung sich durch die COVID-19-Krise nicht wesentlich geändert haben dürfte. Das ist eine Stärke auch mit Blick auf zukünftige Krisen, wie z.B. die schnelle, auf jahrelanger Grundlagenforschung aufbauende Entwicklung von Impfstoffen gezeigt hat.

Auf thematischer Ebene gibt es in Österreich einschlägige Forschungsaktivitäten mit hohem Vernetzungsgrad und längerer Geschichte, die v.a. in den strategischen Themen des BMKs liegen. Dazu zählen z.B. die Aktivitäten im Bereich Mobilität, Stadtentwicklung, IKT und Kreislaufwirtschaft, die bereits heute über gut ausgebaute Kooperationsstrukturen mit wichtigen Akteuren in den jeweiligen Bereichen verfügen. Bei diesen Akteuren handelt es sich zumeist um Unternehmen, aber auch um Universitäten und außeruniversitäre Forschungszentren. Generell war es unstrittig, dass eine Stärke des österreichischen FTI-Systems auch im Hinblick auf dessen Resilienz in gut ausgebauten Kooperationsstrukturen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft

²⁴ Reinstaller 2022, S.11.

²⁵ Ebd., S.22.

liegt, auf das viele verschiedene Instrumente ausgerichtet sind, wie COMET, die CDG, Die Programme Bridge und COIN aber auch niederschwellige Programme wie die Innovationschecks.

Eine rezente Verbesserung der Resilienz des Systems liegt in der Einführung des Forschungsfinanzierungsgesetz (FoFinaG, 2020). Das Gesetz hat zum Ziel, die langfristige, wachstumsorientierte Planungs- und Finanzierungssicherheit von FTI sicherzustellen.²⁶ Diese Reglementierung und Periodisierung der Finanzierung der zentralen FTI-Akteure schafft Freiräume dafür, die Aufmerksamkeit auf andere Fragestellungen zu richten (wie z.B. thematische oder operative). Das ist damit sowohl ein stabilisierender Faktor im Sinne einer Krisenabsorption und erhöht die langfristigen Steuerungsmöglichkeiten im FTI-Bereich.

Die bekannten **Schwächen** des österreichischen FTI-Systems haben sich durch COVID-19 ebenfalls nicht deutlich verändert. Zum Beispiel besteht weiterhin der Befund, dass auch im internationalen Vergleich nur wenig Risikokapital für die Finanzierung junger, innovativer Unternehmen mobilisiert werden kann, trotz verschiedener, einschlägiger Instrumente in diesem Bereich. Das ist auch vor dem Hintergrund relevant, weil junge Unternehmen als Treiber für den für die Bewältigung zukünftiger Krisen wie z.B. die Klimakrise notwendigen, wirtschaftlichen Strukturwandel bedeutsam sind.²⁷

Was sowohl in der COVID-19-Krise als auch in zukünftigen Krisen als Schwäche des FTI-Systems gelten kann, ist die mangelnde Verfügbarkeit von einschlägigen Daten sowohl für die Krisensteuerung, aber auch für die Forschung. Verschiedene Expert*innen wiesen darauf hin, dass es Bereiche gibt, in denen z.B. die Datengenerierung und der Austausch relevanter Daten stark eingeschränkt ist. Das betrifft z.B. den Bereich der Gesundheitsdaten, die selbst in der COVID-Krise oftmals nur unzureichend verfügbar waren und der Forschung auch heute noch nicht ausreichend zugänglich sind.²⁸ An dieser Stelle hat es den Anschein, dass kein „bounce-forward“ gelungen ist und dass man auch in zukünftigen Gesundheitskrisen oder auch Krisen in anderen Bereichen nicht in der Lage sein wird, Daten zum direkten Krisenmonitoring oder für angewandte, krisenrelevante Forschung der Wissenschaft zur Verfügung zu stellen. Entsprechende Rechtsgrundlagen oder Willensbekundungen (wie z.B. eine nationale Datenstrategie insgesamt) fehlen auch nach der COVID-Krise weitestgehend und müssten auch im zukünftigen Krisenfall erst langwierig geschaffen werden.

Die geringe Umsetzungsstärke des FTI-Systems²⁹ ist ebenfalls weiterhin problematisch, sowohl in Bezug auf die Fragen nach der Krisenabsorption als auch im Hinblick auf Krisenvorbereitung oder Systemtransformation. Das betrifft auch solche Aktivitäten, die als Stärkefelder identifiziert wurden. So resümiert z.B. die Evaluierung des Programms Stadt der Zukunft: *„Die Ambition, vielversprechende Gebäude- und Energietechnologien in ganze Stadtteile oder -quartiere zu überführen, konnte bisher nur sehr eingeschränkt realisiert werden. Dem standen eine verhältnismäßig kurze Programmlaufzeit, eine hohe Fragmentierung der Projekte, eine unzureichende Flexibilität gegenüber den Anforderungen der Städte, eine geringe Abstimmung mit dem*

²⁶ <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20011237>

²⁷ Siehe z.B. Dachs, Bernhard in der Presse <https://www.diepresse.com/6237802/strukturwandel-in-oesterreich-alles-bleibt-wie-es-ist> sowie in Dachs, Bernhard und Andreas Drach (2019). "Forschung und Entwicklung von Unternehmen in langfristiger Perspektive: Starkes Wachstum, alte Akteure", Perspektiven der Wirtschaftspolitik, 20 (4), S. 340–351.

²⁸ Das zeigt sich z.B. auch daran, dass das Austrian Microdata Center, das eigens für die Zurverfügungstellung von Ressortdaten für Forschende eingerichtet wurde, in diesem Bereich eine hohe Nachfrage verzeichnet (siehe z.B. auch <https://fteval.at/podcast/folge-8-amdc/>).

²⁹ Siehe OECD (2018), OECD Reviews of Innovation Policy: Austria 2018, OECD Reviews of Innovation Policy, OECD Publishing, Paris, S.11. Ebenfalls European Commission (2022), 2022 Country Report – Austria, S. 13.

Programm „Smart Cities Demo“, regulatorische Hürden und eine geringe Berücksichtigung von sozialen Aspekten für die Implementierung von entsprechenden Technologien entgegen.“ Die Evaluation nennt damit häufig vorgetragene Hürden in Bezug auf die Implementierung von Forschungsergebnissen, von denen einige im Abschnitt 5.2 diskutiert werden. Es ist aber auffällig, dass auch der RFTE im FTI-Monitoring die Wirkungsorientierung v.a. im wirtschaftlichen Bereich misst, z.B. an Indikatoren in Dimensionen wie akademische Spin-offs, Venture Capital oder der Erfolgsquote von Unternehmen in Horizon Europe. Wirkungen, die mit der Absorption von Krisen oder auch der Krisenmitigation in Verbindung stehen, müssten bei untypischen Akteuren (wie z.B. bei Landwirten) oder anderen gesellschaftlichen Akteuren wie z.B. non profit Organisations (NPO) oder bei Individuen in ihrer Rolle als Patient*innen, Mieter*innen, etc. auftreten.

Ein Schwachpunkt, der die politische Steuerungsmöglichkeiten insgesamt betrifft und damit alle Resilienzdimensionen, ergibt sich aus den reduzierten Kapazitäten und Kompetenzen der ministeriellen Fachabteilungen im FTI-Bereich. Hier wirken sich Einstellungsstopps aus der nahen Vergangenheit oder auch die Verschiebung von Ressourcen innerhalb der Ministerien aus den Fachabteilungen hin zu anderen Organisationsbereichen, wie sich am zeitgleichen Wachstum der Ministerbüros zeigt, aus.

Zuletzt wiesen verschiedene Expert*innen darauf hin, dass es in Österreich zu wenig Foresight-Aktivitäten gibt, sowohl generell als auch krisenspezifische. Das hängt auch damit zusammen, dass ein entsprechendes Ökosystem an Akteuren fehlt bzw. nicht finanziert wird. Einer strategisch-voraussehenden Gestaltung der Rahmenbedingungen mangelt es so an professionell erhobenen Informationen zur Orientierung.

Externe Chancen und Risiken für die zukünftige Resilienz in Bezug auf die Absorptionskapazität des FTI-Systems lassen sich grob die Bereiche Finanzierung & Governance, thematische Relevanz und Wirkung sowie im weitesten Sinne Legitimität des Systems unterscheiden.

Ein grundsätzliches Risiko für das FTI-System besteht darin, dass sich die gesellschaftliche Anerkennung des Systems verringert und die Menschen den entsprechenden Erkenntnissen und Lösungen in Zukunft weniger vertrauen und dadurch z.B. die Bereitschaft sinkt, das FTI-System zu finanzieren. Dies gilt vorrangig in Bezug auf die Wirkungsorientierung des Systems, speist sich aber auch aus Befragungen zum Vertrauen in die Wissenschaft³⁰ sowie der Gefahr, zukünftigen Krisen nicht mit relevanten Forschungsaktivitäten begegnen zu können.³¹ Hier sieht man vor allem die Grundlagenforschung gefährdet, die ohnehin unter höherem Legitimationsdruck steht und im Falle einer sich intensivierenden Klimakrise oder Polycrisis zugunsten von angewandter, krisenrelevanter Forschung vernachlässigt werden könnte. In so einem Szenario würde die unmittelbare Krisenabsorption des Gesamtsystems zwar kurzfristig erhöht, die langfristige Vorbereitung auf andere Krisen aber geschwächt werden. Das Risiko wird dadurch noch erhöht, dass z.B. auch das WEF eine Verringerung der finanziellen Spielräume der öffentlichen Hand befürchtet: „Over the next 10 years, fewer countries will have the fiscal headroom to invest in future growth, green technologies, education, care and health systems.“³²

Angesichts der Erwartungen, dass sich Krisendichte und -intensität in Zukunft erhöhen, steigt aber auch die **Chance** auf eine Transformationsbereitschaft des Systems, um langfristig sich intensivierenden Belastungen entgegenzuwirken. Krisen erfordern konkrete, wirksame Lösungen und können für eine Fokussierung des Systems sorgen, so wie das z.B. in den akuten

³⁰ Siehe z.B. https://www.oeaw.ac.at/fileadmin/NEWS/2022/PDF/Wissenschaftsbarometer_Oesterreich_c_OeAW.pdf.

³¹ Ein Beispiel dazu ist die aktuelle Stellungnahme der FFG und des FWFs zur möglichen, verstärkten Forschungsförderung von Klima- oder KI-relevanter Forschung, siehe <https://science.apa.at/power-search/7176819596331990117>.

³² World Economic Forum Global Risks. Perception Study 2022-2023. S.9.

Krisenreaktionen des FTI-Systems auf die COVID-19-Krise beobachtet werden konnte (z.B. Investition in und Freigabe von Impfstoffen, Stabilisierung von Unternehmens-F&I).

Wirksame Lösungen erfordern die starke Einbindung möglicher Anwender*innen und Nutzer*innen. In den Bereichen, in denen das Unternehmen sind, sind die entsprechenden Barrieren und Anreizsysteme bekannt, Netzwerke oftmals vorhanden und die Kooperation eingeübt. Zukünftige Krisen wie z.B. die Klimakrise oder die Biodiversitätskrise, u.U. auch durch Digitalisierung ausgelöste Krisenmomente, erfordern aber die Arbeit mit anderen Typen von Nutzer*innen und Anwender*innen, entweder forschungsfremde Unternehmen, aber auch andersartig organisierte Akteure wie Städte, NPO, Kleinstunternehmen, Bürger*innen, etc. Hier gibt es weiterhin wenig Erfahrung in der gemeinsamen Forschung, sowohl auf Seiten der untypischen Akteure als auch bei den Forscher*innen, wenig Netzwerke und wenig Unterstützung. Es gibt aber Instrumente und erste Erfahrungen, die vorhanden sind und auf denen aufgebaut werden kann. Die Steuerungsmöglichkeiten, die sich aus dem Forschungsfinanzierungsgesetz (FoFinaG) ergeben, können hier einen Beitrag zu einer verbesserten Steuerung des Systems auch im Kontext von Krisen oder der Krisenantizipation leisten.

5 Potenziale zur Steigerung der Resilienz des FTI-Systems: Governance, EU-Instrumente, energieintensive Industrien

Im folgenden Abschnitt beleuchten wir anhand von ausgewählten, unterschiedlichen Beispielen und Bereichen, was Resilienz im FTI-System konkret bedeuten kann. Die einzelnen Kapitel fokussieren auf einzelne, zusammen mit dem Auftraggeber in der Konzeptionsphase der Studie ausgewählte Bereiche. Das sind die Governance des FTI-Systems, die Schnittstelle europäischer und nationaler Forschungspolitik, die Bedeutung von Foresight-Aktivitäten sowie die Transformation der energieintensiven Industrien. In den einzelnen Bereichen sind unterschiedliche Resilienzdimensionen relevant. Für die Governance des FTI-Systems ist das die Dimension der Krisenabsorption sowie der Krisenvorbereitung, für das Kapitel zur Schnittstelle der europäischen und nationalen Forschungspolitik und der Foresight-Aktivitäten besonders Fragen der Krisenvorbereitung, und für das Thema Transformation der energieintensiven Industrien werden alle drei Resilienzdimensionen behandelt.

5.1 Governance im FTI System: Grenzen der Steuerung und die Folgen für die Stärkung von Resilienz

Bevor zwei konkrete Beispiele im FTI-System im Zusammenhang mit Resilienz präsentiert werden, stellen wir die Frage nach der Rolle der Governance des FTI Systems und beginnen mit einer Definition dieses Begriffs: Unter Governance versteht man nach Mark Bevir „*all processes of governing, whether undertaken by a government, market, or network, whether over a family, tribe, formal or informal organization, or territory, and whether through laws, norms, power, or language.*“³³ Governance orientiert sich weniger an politischer Machtverteilung als an zielorientierter Steuerung, die die Interdependenz unterschiedlicher Teilsysteme, inklusive ihrer Selbststeuerung, berücksichtigt. Dabei sollen verschiedene Akteure und Akteursgruppen im Sinne der Zielorientierung zusammenwirken.

Im Kontext von Resilienz lässt sich diese „Zielorientierung“ allerdings schlecht beobachten: Wenn ein System resilient ist, fällt das nicht auf. Wenn jedoch eine akute Krise oder eine

³³ Bevir, M. (2012). Governance, a Very Short introduction. Oxford University Press, UK.

dauerhafte Belastung zu einer Krise im System, zum Wegfall von Teilen des Systems oder auch zu einem Vertrauensverlust führt, der das genannte Zusammenspiel im Sinne der Zielorientierung schwächt, zeigt sich ein Mangel an Resilienz. Um den Fokus auf Governance im bzw. des FTI-Systems zu setzen, betrachten wir in der folgenden Abbildung 5 Politik und Verwaltung, Wissenschaft und Forschung, Wirtschaft und Industrie als die zentralen Teilsysteme des FTI-Systems mit Governance-Funktionen³⁴.

Abbildung 5 Dimensionen von Governance in Teilsystemen des FTI-Systems

	Politik und Verwaltung	Wissenschaft und Forschung	Wirtschaft und Industrie
Orientierung, Aufgabe	Öffentliches Interesse	Wissenschaftliche Qualität, wissenschaftliche Neugierde	Gewinnmaximierung, Shareholder-Value
Entscheidungsprozess	Strategische Aushandlung voneinander unabhängiger Fragen im politischen Prozess	Bottom-up, erfolgreiche Forschende, Wettbewerb	Top down
Leitung	Politisch-fachliche Eignung, demokratische Wahl	Wissenschaftliche Qualität, internationale Erfahrung, Wahl durch Gremien	Geschäftsführung, durch Eigentümer bestellt
Steuerungsmedium³⁵	Macht	Wissen	Geld

Quelle: Technopolis & AIT

In der Theorie hat jedes dieser Teilsysteme eine andere Ausrichtung: Politik und Verwaltung orientieren sich am öffentlichen Interesse bzw. dem Gemeinwohl und sind für den Ausgleich gesamtgesellschaftlicher bzw. öffentlicher Interessen zuständig. In Österreich ist die Aufteilung der FTI-Agenden auf drei Ministerien zu berücksichtigen, die wiederum für unterschiedliche Subsysteme und Zielgruppen zuständig sind. Darüber hinaus haben seit den 1990er Jahren Agenturen an Bedeutung gewonnen, die ebenfalls öffentliche Aufgaben wahrnehmen, aber im Auftrag der öffentlichen Hand und nicht durch demokratische Wahl eingesetzt werden. Wissenschaft und Forschung orientieren sich an wissenschaftlichen Qualitätsstandards sowie an grundlagen- und anwendungsorientierten Agenden. Diese umfassen im Falle der öffentlichen Universitäten auch Ansätze wie die „entrepreneurial university“, über die unternehmerische Ziele Eingang in deren Aufgabenkatalog gefunden haben. Öffentlich finanzierte Forschungseinrichtungen verfolgen in der Regel ebenfalls eine Kombination aus wissenschaftlichen und unternehmerischen Zielen. Wirtschaft und Industrie orientieren sich an Gewinnmaximierung und den daraus abgeleiteten Parametern wie Marktposition, Wachstum und Wettbewerbsfähigkeit.

³⁴ Ein weiteres Teilsystem der Nutzer:innen kann durch Beteiligungsprozesse in Entscheidungsprozesse eingebunden sein, hat aber keine Leitungsfunktion. Ebenso ist das Bildungssystem eine relevante Umwelt für das FTI System, aber auch hier, ohne Governance-Funktion im FTI System.

³⁵ Siehe zu den drei Steuerungsmedien: Jürgen Grimm: Wissenschaftssteuerung und Steuerung durch Wissen, nach Willke, Helmut (2001): Systemtheorie III: Steuerungstheorie. Grundzüge einer Theorie der Steuerung komplexer Sozialsysteme, 3., überarbeitete Aufl. – Stuttgart: Lucius&Lucius. Reihe UTB 1840. https://homepage.univie.ac.at/~tatzig2/lehre/VWien04ForschManage_Praes03WissSteuerung.pdf, Zugriff 2.6.2023.

Neben Orientierung und Aufgabe ist bei der Untersuchung von Governance zu berücksichtigen, wodurch Entscheidungen geprägt werden: In Politik und Verwaltung werden Entscheidungen in der Regel sachbezogen vorbereitet, die letztendliche Entscheidung wird jedoch „politisch“ getroffen, d.h. es wird gemeinsam über unterschiedliche Fragen verhandelt. Demgegenüber sind Entscheidungen in Wissenschaft und Forschung zumindest im Bereich der Grundlagen- und zumeist im Bereich der förderprogrammorientierten Forschung Bottom-up-Prozesse, bei denen sich thematische Schwerpunkte dezentral über die Durchsetzungskraft einzelner Forschender und ihrer Forschungsgruppen entwickeln, die im Wettbewerb um Forschungsmittel erfolgreich sind. Wirtschaft und Industrie sind durch Top-down Entscheidungsprozesse gekennzeichnet. Dies führt zur dritten Dimension, der Leitung, die sich je nach Subsystem ebenfalls stark unterscheidet: politisch-fachliche Eignung und Bestätigung durch demokratische Wahl in der Politik, wissenschaftliche Qualität in Wissenschaft und Forschung, sowie Geschäftsführung und Eigentümer*innen in Wirtschaft und Industrie.

Im Unterschied zu klassischen Steuerungssystemen, wo ein Impuls unmittelbar fortgesetzt wird, so wie der Stoß auf eine Kugel auf dem Billardtisch die nächste Kugel bei ausreichender Fertigkeit in die gewünschte Richtung stößt, baut dezentrale Selbststeuerung auf dem Einsatz von Kräften und Gegenkräften auf: Ein Impuls führt zu einem Gegenimpuls. Akute Krisen wie die COVID-Krise stellen die Governance des FTI-Systems vor die Herausforderung, schnell zu handeln, während zugleich prozedurale und Transparenzstandards zu gewährleisten sind. Forschung und Entwicklung gewinnen an Bedeutung, weil sie neues Wissen produzieren, und verlieren kurzfristig an Freiheit, weil sie sich nicht mehr nur an Qualität und Neugierde, sondern an der Notwendigkeit der Krisenbewältigung orientieren sollen.

In der COVID-Krise wurde mit dem entstandenen dringenden Entscheidungsbedarf unter hoher Ungewissheit insgesamt ein Ausnahmezustand hinsichtlich Entscheidungsprozessen und Leitung ausgerufen. In dem speziellen Spektrum des FTI-Systems ließen sich drei Tendenzen beobachten: (a) Eine Aufwertung von Grundlagenforschung, die den notwendigen Impfstoff fast zur Marktreife gebracht hat und die Testinfrastrukturen bereitstellen konnte, sowie eine Aufwertung von statistischen Analysen, da politische Entscheidungen regelmäßig über die Auswertungen und Prognosen von Forschungseinrichtungen begründet wurden. (b) Verkürzung von Vergabeprozessen für Forschungsförderung im Zusammenhang mit der COVID-Krise³⁶ und (c) die unmittelbare Einbindung von Wissenschaftler*innen in entscheidungsvorbereitenden Gremien wie dem COVID-19 Future Operations Clearing Board, einer informellen Plattform für den interdisziplinären Austausch zwischen Expertinnen und Experten, insbesondere aus Universitäten und Forschungseinrichtungen, und der öffentlichen Hand.³⁷ Dieser tendenziellen Stärkung stehen gesamtheitliche budgetäre Einschränkungen in der Folge der Krise gegenüber. Die Governance des FTI-Systems hat sich bis auf den speziellen Bereich der COVID-bezogenen Forschung, so unsere Beobachtungen, nicht verändert.

Die dauerhafte und sich verstärkende Belastung der Umwelt führt hingegen durchaus zu einer Veränderung der Governance des FTI-Systems. Erik Arnold und Katharine E. Baker³⁸ beschreiben am Beispiel von Schweden, wie mit der Ausweitung der FTI-Politik auf sozio-technische

³⁶ Siehe Auswertung OECD STIP oben oder auch beispielhaft Geyer, Anton (2022): Evaluierung des Emergency-Calls zur Erforschung von COVID-19 im Zuge des Ausbruchs von SARS-COV-2, WWTF: Covid-19 rapid response Projekte: Highlights, Mai 2021.

³⁷ Siehe Beantwortung der parlamentarischen Anfrage 1860/AB vom 30.06.2020 zu 1856/J (XXVII. GP) durch Altbundeskanzler Sebastian Kurz, „Planung ‚Post-Corona‘: Future Operations Board im Bundeskanzleramt“.

³⁸ Vgl. Erik Arnold, Erik Arnold and Katharine E. Barker What past changes in Swedish policy tell us about developing third-generation research and innovation governance, S. 41: Characteristics of three R&I governance paradigm changes. <https://www.elgaronline.com/downloadpdf/book/9781788970815/book-part-9781788970815-9.xml>

Transition und Missionen die Governance von FTI-Politik durch eine dritte Generation ergänzt wird. Während die erste Generation wissenschaftliche Forschung betraf und sich an einem linearen Modell orientierte, bindet die zweite Generation auch angewandte Forschung und Innovation ein und berücksichtigt die Interaktion mit Nutzer*innen in einem „Innovationssystem“. In der dritten Generation der Governance, die sich auf die Interaktion zwischen technologischem Wandel und sozio-technischen Regimen bezieht, werden neue Akteure und Stakeholder außerhalb des Forschungs- und Innovationssystems in die Governance mit einbezogen³⁹. Konkret beobachten wir in unserer Beratungspraxis, dass dieser Schritt – der die ersten beiden Generationen nicht ablöst, sondern ergänzt – schwierig ist: Das Anliegen, „Problem-Owners“ einzubeziehen, stößt an Grenzen, wenn diese kein Gesicht haben, wenn sie „zukünftige Generationen“ sind, oder Opfer von erratisch wirksamen Effekten des Klimawandels. Die strategischen Ziele, für die seit der Verabschiedung der Sustainable Development Goals (SDGs) ein breiter Konsens herrscht, auch umzusetzen, stößt sich an konkreten Interessenskonflikten. Die Idee, die schlimmsten Szenarien mit „vereinten Kräften“ zu verhindern, lässt sich in der Dynamik von Kraft und Gegenkraft nicht realisieren.

Im Schema von Abbildung 5 betrifft das vor allem die Ebene der Entscheidungsprozesse: Im Subsystem „Wissenschaft und Forschung“ wird nach Prozessen gesucht, die neben wissenschaftlicher Qualität und Neugierde auch Relevanz zur Erreichung der Ziele / Missionen berücksichtigen. Nach dem (teilweisen) Rückzug aus der inhaltlichen Betreuung von Forschungsförderung seitens der Ministerien und der Fokussierung auf die Förderung von strukturell-systemischen Rahmenbedingungen zur besseren Kooperation zwischen Wissenschaft und Wirtschaft und selbstdefinierter Projekte, ist nun, so Arnold et al (ebd.), eine „Ausweitung auf mehr Staat, Investitionen, Organisationen (einschließlich Unternehmen), die an der Umsetzung beteiligt sind“ zu beobachten. In Österreich steigt somit die Aufmerksamkeit für thematische Programme, ebenso wie die Bemühungen, die Wirkungen der Förderungen im Portfolio besser nachzuvollziehen, um diese Information für die Steuerung zu nutzen.⁴⁰ Der Forschungs- und Technologiebericht 2023 der drei für FTI-Politik zuständigen Ministerien enthält ein ganzes Kapitel zum Thema Unterstützung der Grünen Transformation in Forschung und Wirtschaft, in dem zu lesen ist (S. 107): „In Ergänzung zur themenoffenen und steuerlichen Forschungsförderung setzt die Bundesregierung (daher) zunehmend auf eine neue Generation von Politikmaßnahmen, die man unter dem Begriff der „transformativen Innovationspolitik“ zusammenfassen kann. Zentrale Merkmale sind ein erweitertes Innovationsverständnis und die Formulierung von konkreten Zielen für die Transformation, um die Anstrengungen unterschiedlicher gesellschaftlicher Akteurinnen bzw. Akteuren zu bündeln.“

In der Umsetzung erweist sich dies zumindest teilweise als schwierig, weil das Konfliktpotenzial von Krisen und die Pfadabhängigkeiten innerhalb der öffentlichen Verwaltung unterschätzt werden. In den vergangenen Jahren hat außerdem die Öffentlichkeitsarbeit in der Politik zugenommen und mit unterschiedlichen Regierungen wechselt die strategische Führung, während der organisatorische Unterbau eine hohe Kontinuität aufweist. Diese kurzfristigeren Machtzyklen, die unter anderem durch die auf fünf Jahre beschränkte Bestellung von Sektionsleitungen verstärkt wird, erschwert die Umsetzung langfristiger Veränderungsprozesse. Dadurch kann es zu einer Diskrepanz kommen zwischen dem Diskurs, der deutlich auf einer bounce forward-

³⁹ Siehe hierzu Schot, Johan, W.E. Steinmueller (2018): Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change, *Research Policy*, Volume 47, Issue 9, November 2018, Pages 1554-1567

⁴⁰ So widmet sich das BMK seit Ende 2021 einem breiten Prozess im Sinne transformativer Governance. Technopolis ist gemeinsam mit der KMU Forschung Austria 2022/23 mit der Unterstützung der Weiterentwicklung der wirkungsorientierten Monitoring- und Evaluierungsaktivitäten von FTI-politischen Maßnahmen (Bedarfsanalyse und Monitoringkonzept) betraut. Siehe auch Forschungs- und Technologiebericht 2023, S. 137.

Strategie beruht, und der Realität, dieser Strategie nicht ausreichend folgen zu können. Angesichts dieser Diskrepanz steigen die Erwartungen, Innovationen könnten aus diesem Dilemma herausführen. Es steigen die Erwartungen an das FTI-System, Lösungen anzubieten. Die Herausforderung für die Resilienz des Systems wird sein, diesen Ansprüchen begleitet von neuer Gewichtung der Budgets und der Einführung neuer Instrumentenbündel („Policy Mixes“) auf konstruktive Weise zu begegnen. In Bezug auf die Adaption sind wie erwähnt bereits Schritte z.B. im Sinne einer stärkeren Portfoliobetrachtung der öffentlichen Finanzierung gesetzt. Ein zentraler Hebel im FTI-System ist die Bewertung der Projekte durch Peers (in der Grundlagenforschung) und Jurys (im angewandten Bereich). Auch hier gibt es bereits Initiativen der Anpassung von Kriterien und bei der Zusammensetzung der Panels, um das Wirksamkeitspotenzial der geförderten Projekte im Sinne der transformativen Missionen und Ziele besser einzuschätzen. Wie wirksam diese Reformen sind, muss sich noch zeigen.

In den Workshops zu den beiden Beispielen, die in der Folge analysiert werden, wurde ein Auseinanderdriften des technologischen Wandels und der Anpassung gesetzlicher und regulatoriver Rahmenbedingungen hervorgehoben. Letztere sind weit langsamer und können dem technologischen Wandel nicht ausreichend vorausschauend begegnen. Politische Absichten müssten in einen rechtlichen Rahmen gebracht werden, auf Basis konkreter Roadmaps, nicht auf Basis von Absichten. Weiters wurde gerade zu Fragen der Nachhaltigkeit bemerkt, dass, „was unter ‚Strategie‘ läuft, eigentlich die Sammlung überfordernder Ziele mit niedrigen Key Performance Indicators“ ist. Alles, was verwässert, ist nicht hilfreich. Letztendlich stellt sich aktuell die Frage, wer die Expertise hat, um „System Readiness“ zu messen, und nach welchen Kriterien dies gelingen kann.

5.2 Europäische Instrumente als Reservoir für Österreich

Die europäische Forschungs- und Innovationspolitik ist wichtiger Bezugsrahmen und Impulsgeber für die österreichische FTI-Politik. Die Einschätzungen, wie gut es gelingt, entsprechende Impulse der europäischen Forschungspolitik schnell national aufzunehmen und gewinnbringend zu gestalten, sind aber sehr unterschiedlich.

Dabei nehmen wir vor allem zwei Dimensionen der Resilienz in den Fokus, nämlich die direkte Abfederung von plötzlich eintretenden Schocks am Beispiel der COVID-19-Krise auf der einen Seite und die Antizipation und Adressierungen von langsam eintretenden Krisen wie z.B. der Klima- bzw. Biodiversitätskrise auf der anderen Seite. Ein erstes Ergebnis der empirischen Arbeiten war, dass die europäische FTI-Politik besonders als Mittel zur Vorbereitung auf zukünftige Krisen verstanden wird und weniger als Instrument z.B. der Krisenabsorption.

So entstand das folgende Bild an **Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken**, das wir in der folgenden Tabelle zeigen und im nächsten Abschnitt kurz erläutern.

Tabelle 2 SWOT-Matrix zum Zusammenspiel nationaler und europäischer FTI-Politik im Hinblick auf die Krisenvorbereitung

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> • Gute Erfolgsquote bzw. Rückläufe in HE unter österr. Forschungsakteuren • Gutes Angebot an Instrumenten auf EU-Ebene, die auf die Krisenabschwächung/-vermeidung ausgerichtet sind • Viele FTI-Akteure in relevanten Bereichen mit Kapazität, lang/kurzfristige Impulse aufzunehmen (Bsp. Gesundheit; KIC; Missionen) • Ressorts unterstützen Koordination in ihren thematischen Schwerpunkten 	<ul style="list-style-type: none"> • Österreichische FTI-Politik agiert nur reaktiv auf europäische Trends • Nationale Mittel für die mittelfristige Transformation im Unternehmensbereich nicht ausreichend; österr. Unternehmenslandschaft zu klein für relevante Vernetzung • In einigen Bereichen keine Bereitschaft, Koordination zur Vorbereitung z.B. für die Teilnahme am EU-Rahmenprogramm zu übernehmen oder zu finanzieren (z.B. für KICs)

	<ul style="list-style-type: none"> • In krisenspezifischen Netzwerken nicht sehr präsent (z.B. KICs, Food & Feed, Gesundheit, etc.) • Bestehende Netzwerke haben oftmals eine zu geringe Anwendungs-/Nutzerfokussierung (KICs) • Europäische Programme schnell zu komplex in der Administration
Chancen <ul style="list-style-type: none"> • Europäische Instrumente werden in Zukunft stärker thematisch einschlägiger an der Schnittstelle Nachhaltigkeit, Digitalisierung und Wettbewerbspolitik genutzt und erhöhen so die Relevanz der nationalen FTI-Politik • Europäische Netzwerke helfen in der Krisenreaktion, wenn sie in Vorkrisenzeiten etabliert und Unternehmen und Anwender*innen stärker mit einbeziehen • Stärkere Aktivitäten in der Gestaltung europäischer Instrumente und Aktivitäten: ERA (Access to data/Open Data, Open Science), weitere IPCEI, Missionen, etc. 	Risiken <ul style="list-style-type: none"> • Abkopplung der nationalen FTI-Aktivitäten von den europäischen, z.B. weil entsprechende Voraussetzungen nicht geschaffen werden (z.B. Datengenerierung und -austausch mit Bezug auf Missionen/Krisen) • Europäische FTI-Politik greift relevante Themen (z.B. Datengetriebene Wissenschaften) nicht auf, sodass sie nicht im europäischen Verbund behandelt werden können

Quelle: Expert*innen-Workshop/Technopolis/AIT.

Grundsätzlich gibt es **viele positive Einschätzungen** zum Abschneiden österreichischer FTI-Akteure im Bereich der europäischen Programme: Oft genannt werden dabei die guten Erfolgsquoten österreichischer FTI-Akteure in Horizon Europe und den Vorgängerprogrammen (z.B. Top 3 Platzierung bei der Erfolgsquote, siehe FTB 2022 mit Stand von März 2022) sowie die Mittelrückflüsse aus dem Programm, die im Jahr 2022 z.B. bei EUR 1,95 Mrd. lagen, und damit anteilmäßig höher waren als die von Österreich eingesetzten Mittel.⁴¹

Eine Stärke aus Sicht der im Rahmen der Studie eingebundenen Expert*innen war außerdem, dass es auf europäischer Ebene grundsätzlich ein Angebot an verschiedenen, attraktiven und relevanten FTI-Instrumenten gibt, die von den österreichischen Akteuren in der Vergangenheit erfolgreich genutzt wurden. Dafür verantwortlich zeichnet sich eine Population von vielfältigen Forschungsakteuren wie z.B. Hochschulen, Fachhochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen sowie forschungsaktiven Unternehmen unterschiedlicher Größe, die in der Lage ist, sich an den europäischen Programmen zu beteiligen.

Diesen Innovationsakteuren gelingt es mitunter auch, kurzfristige Chancen in der Krise zu nutzen. Als ein Beispiel kann in diesem Zusammenhang das EIT KIC Health gelten, dessen neuestes Co-Location-Center im Januar 2022 in Wien eingerichtet wurde. Mit der COVID-19-Pandemie traf eine krisenbedingte Relevanz auf Forschungsakteure und Stakeholder aus Wissenschaft und Wirtschaft, die zusammen auch die entsprechende Vorfinanzierung ermöglichen konnten, um diesen Hub in Österreich zu verankern und entsprechend Repräsentation und Leistungsfähigkeit österreichischer Akteure im Netzwerk zu erhöhen. Ein anderes Beispiel war die Etablierung des Co-Location-Centers im EIT KIC EIT Culture & Creativity ebenfalls in Wien. Das KIC befindet sich seit Juni 2022 im Aufbau. Auch hier traf eine entsprechende Initiative der europäischen Kommission auf österreichische Akteure, die sich seit vielen Jahren um den Bereich Kreativwirtschaft und Innovation bemühen – in diesem Fall unter Beteiligung der

⁴¹ Das steht nicht unbedingt dem Befund entgegen, dass es auch hier noch Potential gäbe. So weist z.B. der RFTE im eigenen FTI-Monitor darauf hin, dass es pro Kopf und im Vergleich zu den Innovation Leaders eine geringe Beteiligung der österreichischen Hochschulen an Horizon Europe gäbe (siehe FTI-Monitor 2022, S. 34).

Interessenvertretung der Kreativwirtschaft Austria und des Wirtschaftsministeriums sowie einschlägigen Forschungsakteure.

Die österreichischen Akteure sind in den europäischen Programmen seit langem aktiv und erfolgreich. Impulse können in Themenbereichen insbesondere dann gut aufgenommen werden, wenn entsprechende nationale Akteure bereits lange und gut zusammenarbeiten. In diesen Fällen erhalten sowohl Forschungsorganisationen als auch forschungsaktive Unternehmen entsprechende Unterstützung von den Ressorts, sodass Teilnahmen ermöglicht werden.

Die europäische FTI-Politik selbst ist aber angesichts der geänderten Rahmenbedingungen und der Dringlichkeit, Lösungen für große gesellschaftliche Herausforderungen zu schaffen, im Wandel: Teile des Rahmenprogramms sollen missionsorientierte Innovationspolitik leisten und stärker zur digitalen und ökologischen Transformation beitragen (vgl. FTB 2022, S.92). Eine Mehrheit der in diese Studie eingezogenen Expert*innen sehen eine deutliche **Schwäche** im Zusammenspiel der österreichischen mit der europäischen FTI-Politik darin, dass die österreichische Politik vor allem reaktiv auf europäische Trends reagiert und entsprechende Impulse verzögert aufgenommen werden. Das gilt sowohl für entsprechende Veränderungen im Rahmenprogramm als auch für andere europäische Instrumente mit Relevanz für die Forschungspolitik, wie z.B. das Instrument der IPCEI. Hier zeigen sich die Verzögerungen exemplarisch: Das erste IPCEI im Bereich Mikroelektronik wurde 2018 von der europäischen Kommission genehmigt unter Beteiligung einiger, großer Mitgliedsländer der EU (Frankreich, Deutschland, Italien und das Vereinigte Königreich). Weil das Aufsetzen eines IPCEIs ein langwieriger und mitunter komplexer Prozess ist, in dem die europäische Kommission die Koordinierung der Aktivitäten den Mitgliedsländern überlässt, kann davon ausgegangen werden, dass entsprechende Vorbereitungen bereits mehrere Jahre vorher unternommen wurden. Österreich hat sich erst im Jahr 2021 das erste Mal an einem IPCEI beteiligt (nachträglich, dafür aber an zwei damals schon bestehenden IPCEI). Beim 2022 etablierten IPCEI Hydrogen war Österreich dann einer der Gründungsmitgliedstaaten.

Tabelle 3 IPCEI-Gründungen und Beitritte/Aktivitäten von Österreich

Jahr	Aktivität
2018	IPCEI #1 Mikroelektronik unter Beteiligung von FR, DE, IT, UK
2019	IPCEI #2 European Battery Innovation unter Beteiligung von BE, FL, FR, DE, IT, PL, SE
2021	Österreich beteiligt sich nachträglich am IPCEI Mikroelektronik Österreich und 12 andere Mitgliedsländer beteiligen sich am IPCEI European Battery Innovation
2022	IPCEI Hydrogen wird gestartet unter Beteiligung von 15 Mitgliedsstaaten und AT

Quelle: Technopolis Austria & AIT⁴²

Interviewte Expert*innen und Stakeholder weisen weiters darauf hin, dass andere Instrumente ebenfalls nur verspätet oder selektiv aufgegriffen werden, z.B. in Bezug auf die EIT KICs oder auch auf die Missionen aus Horizon Europe. Auch hier stellt die entsprechende Baseline-Studie fest, dass es Anknüpfungspunkte für die öffentliche Forschung in Österreich gibt, gleichwohl aber in allen in Österreich ernsthaft verfolgten Missionen Potential für eine Ausweitung der engagierten Einrichtungen und Wissenschaftler*innen besteht (Ploder & Kasztler et al 2022, S.13).

⁴² Siehe https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_19_6705; https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/IP_18_6862; https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_21_226; https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_4544.

Ein auf den ersten Blick widersprüchlicher Befund ergab sich aus den Studiererhebungen in Bezug auf die Anreize, sich um europäische und nationale F&E-Mittel zu bemühen. Trotz der guten Erfolgs- und Beteiligungszahlen am Rahmenprogramm sehen viele Expert*innen noch weiterhin Verbesserungspotenzial. Eine Barriere in diesem Zusammenhang ist, dass die Beantragung europäischer Projektförderung aufwendig im Vergleich zu nationalen Programmen ist und sich die Antragstellung bzw. die Beteiligung daran für einige Forschende nicht lohnt. Auf der Ebene der Akteure werden dadurch aber potenziell relevante Netzwerke gerade auch in Themenbereichen, die relevant für die Reaktion auf zukünftige Krisen sind, vernachlässigt. Gerade für die Beteiligung an jenen Instrumenten des Rahmenprogramms, die über die klassischen Projekte hinausgehen, benötigt es stattdessen gemeinsame Anstrengung von nationaler FTI-Politik, Agenturen und FTI-Akteuren. Denn die österreichische Akteurslandschaft ist für einige Forschungstreibende wie z.B. größere Unternehmen zu klein und eine relevante Vernetzung ohnehin nur europäisch durchführbar.

Deutlich wurde die Erwartung geäußert, dass die Bewältigung der gesellschaftlichen Herausforderungen, z.B. die Dekarbonisierung des Energie- und des Produktionssystems, so teuer sein werde, dass nationale Mittel für diese mittelfristig notwendige Transformation nicht ausreichen werden. Man wird also auch in Zukunft stärker auf europäische F&E-Mittel angewiesen sein, deren Beantragung meist in eingeübten, miteinander bekannten Konsortien und aus Netzwerken heraus erfolgt, an denen österreichische Akteure in krisenrelevanten Themen nicht immer ausreichend beteiligt sind.

Ein Grund dafür sei, dass es in vielen thematischen Bereichen keine Bereitschaft gibt, Mittel für die Koordination von Anträgen oder Netzwerken zur Teilnahme am EU-Rahmenprogramm aufzuwenden. Von oben aufgeführten Ausnahmen abgesehen gibt es aus Sicht der im Rahmen der Studie konsultierten Expert*innen vielfach auch thematische Bereiche, die nicht ausreichend gut aufgestellt sind, darunter z.B. die Bereiche Food & Feed, oder in Bezug auf diejenige Missionen mit Krisenrelevanz wie z.B. Soil, Water und zum Teil Climate (siehe Tabelle 1 und Abbildung 13 in Ploder & Kasztler et al 2022, S. 32f).

Auch dort, wo starke Netzwerke vorhanden sind, haben die beteiligten Expert*innen den Eindruck gehabt, dass relevante Akteure fehlen. Genannt wurden dabei z.B. Anwender*innen und Nutzer*innen, also all jene, die ganz konkrete Bedürfnisse und Probleme in ein Netzwerk hineinragen und Lösungen dafür benötigten. Das betraf explizit sowohl europäische Netzwerke als auch bestehende, nationale Netzwerke wie z.B. die Clusterorganisationen und ist auch vor dem Hintergrund zu sehen, dass sich mit dem Umbruch der europäischen FTI-Politik hin zu Missionen und gesellschaftlichen Herausforderungen auch das Feld der Akteure verschiebt, die in den einzelnen Bereichen relevant sind. Das wird auch aus der Baseline-Studie zu den Missionen klar, in der sich zeigte, dass *„private oder auch nicht-forschungsaktive Akteur*innen für die Umsetzungen der Agenden in einigen Missionen eine große Rolle spielen und entsprechend in inter- und transdisziplinäre Entwicklungen und Unterstützungsangebote bewusst eingebunden werden müssen“* (Ploder & Kasztler et al 2022, S. 13).

Besonders Vertreter*innen von Universitäten und forschungsaktiven Unternehmen haben darauf hingewiesen, dass die Administration europäischer und nationaler Forschungsprojekte sehr aufwendig und langwierig ist. Dieser Befund ist nicht neu, die Frage nach einer effizienten und vor allem schnellen Administration stellt sich aber besonders stark vor dem Hintergrund der Resilienz des FTI-Systems, weil es besonders im Bereich der Krisenreaktion darum geht, möglichst schnell zu reagieren. Das betrifft sowohl Fragen der Projektauswahl, der laufenden Durchführung als auch im weiteren Sinne Aspekte des Wettbewerbsrechts. Hier zeigen die IPCCs exemplarisch auf, dass für besonders wichtige Problemstellungen Instrumente notwendig sein können, die nicht im Rahmen des üblichen F&I-Instrumentariums verfügbar sind, die aber andere Voraussetzungen und Anforderungen an FTI-Akteure – von Ministerien bis hin zu forschungsaktiven

Unternehmen – stellen, wie z.B. einen höheren Koordinationsbedarf in einem ungewohnten Setting auf Ebene der Mitgliedsstaaten.

Aus den skizzierten Schwächen ergeben sich aus unserer Sicht wichtige Befunde hinsichtlich der **Risiken** für die Resilienz des FTI-Systems, die sowohl mit der Krisenadaption, -absorption und der Transformation in Zusammenhang stehen:

Eine Gefahr wird in der Abkopplung der nationalen FTI-Aktivitäten von den europäischen gesehen, z.B., weil die thematische Orientierung der europäischen Aktivitäten stärker wird und nicht von österreichischen Akteuren bedient werden kann (wie z.B. in den Bereichen der krisenrelevanten Missionen). Damit könnten entsprechende Wettbewerbsnachteile für die Forschungstreibenden in den europäischen Programmen entstehen, die die Finanzierung des FTI-Systems in Österreich negativ beeinträchtigen könnten. Dies könnte dazu führen, dass österreichische Akteure den Zugang zu Wissen, internationalen Akteuren und relevanten Themen verlieren. Auch die oben ausgeführten Schwächen in Bezug auf Datengenerierung und Austausch (siehe Kapitel 4 oben) wurden als Hindernisse für die Teilnahme an europäischen Projekten und Programmen für österreichische Akteure benannt.

Ein anderes genanntes Risiko betrifft die Ausrichtung der europäischen FTI-Politik selbst, z.B. mit Hinblick auf all jene Themenbereiche, in denen es um kritische Masse geht wie z.B. in den datengetriebenen Wissenschaften, im Bereich KI oder Big Data. Das betrifft auch den Wettbewerb mit den USA und China. Als kleineres EU-Land ist die Möglichkeit für Österreich, sich hier einzubringen, überschaubar und hat sich im Lauf der Geschichte des Rahmenprogramms auch verändert.⁴³ Trotzdem kann Österreich auf verschiedenen Ebenen auch Einfluss auf die Gestaltung europäischer FTI-Politik nehmen.

Damit kommen wir zu den **Chancen** in diesem Bereich: Eine Chance für eine gestiegene Resilienz des österreichischen FTI-Systems liegt darin, dass europäische Instrumente in Zukunft stärker thematisch an der Schnittstelle Nachhaltigkeit, Digitalisierung und Wettbewerbspolitik genutzt werden können und so die Relevanz der nationalen FTI-Politik erhöhen und zu konkreten Lösungen in diesen Problemfeldern beitragen. Durch die Krisen und die veränderte strategische Orientierung der FTI-Politik auf gesellschaftliche Herausforderungen rücken FTI-Politik und thematische Politikbereiche (Gesundheit, Mobilität, Umwelt, Sicherheit) näher zusammen.

Für die akute Bewältigung von Krisen können dabei europäische Netzwerke, wie z.B. durch die KICs etabliert, einen Beitrag leisten. Diese müssen dafür aber in nicht-Krisenzeiten etabliert werden, damit sich die relevanten Akteure annähern, einander stärker vertrauen und miteinander arbeiten – sprich: Beziehungskapital aufbauen. Dafür bieten z.B. die KICs, aber genauso auch Horizon-Europe-Konsortien oder andere Instrumente im Prinzip gute Möglichkeiten. Eine Beteiligung sollte dabei sowohl den österreichischen Stärkefeldern im FTI-Bereich Sorge tragen (wie heute bereits), gleichzeitig aber auch die Eintrittswahrscheinlichkeit von zukünftigen Krisen so gut wie möglich berücksichtigen. Ein erster Anhaltspunkt dafür sind z.B. die Missionen, in denen es u.a. um die Klimakrise, die Wiederherstellung von Ozeanen und Gewässern, Bodenqualität im Hinblick auf Ernährung und Biodiversität oder auch um lebenswerte und klimaneutrale Städte geht.

Andere europäische Instrumente und Aktivitäten bieten ebenfalls eine Chance. Darunter fallen z.B. die Aktivitäten im Bereich des neuen ERA, die sich z.B. mit Fragen der Datenzugänglichkeiten beschäftigen, Bestrebungen zur Öffnung des Wissenschaftssystems aufgreifen sowie die

⁴³ Siehe Tiefenthaler, B. und Ohler, F. (2016): Die unterschiedliche Rolle von großen und kleinen Mitgliedstaaten im Kontext von HORIZON 2020. Abgerufen unter https://era.gv.at/public/documents/2777/0_Endbericht_Technopolis.pdf.

Missionsorientierung und die Twin Transition thematisch aufgreifen. Das ist auch deswegen eine Chance, weil der österreichische Aktionsplan in diesem Bereich (ERA-NAP) die ERA-Aktionen nur selektiv aufgreift. Auffällig ist, dass z.B. die Missionen im Gegensatz zu den F&I-Partnerschaften nicht einzeln adressiert werden.⁴⁴

5.3 Foresight und Resilienz

Die Fähigkeit zu Foresight und deren Integration in Entscheidungsprozesse zur vorausschauenden Vorbereitung auf mögliche zukünftige Krisenereignisse wird oftmals als Voraussetzung für eine erhöhte Systemresilienz genannt. Sie dient dazu, mögliche Krisenereignisse zu antizipieren, um vorbereitend Maßnahmen struktureller, prozeduraler oder inhaltlicher Art treffen zu können, um besser vorbereitet durch zukünftige Krisen kommen zu können. Zwar kann man sich nicht auf jede einzelne denkbare Krisensituation vorbereiten, aber dennoch unterschiedliche Arten von Krisen erfassen und entsprechende Vorkehrungen für den Umgang mit diesen treffen.⁴⁵

Angesichts der hohen Ungewissheit und Komplexität, mit denen zukünftige Krisen behaftet sind, ist es dabei zum einen essenziell, über die Fähigkeit zur Exploration von alternativen Zukunftsentwicklungen im Sinne von Szenarien zu verfügen („multiple futures“). Zum anderen muss dieses Wissen über zukünftige Chancen und Risiken in den zuständigen politischen Institutionen (und auch darüber hinaus) verankert werden, um es im Sinne der Resilienz in Entscheidungsprozessen wirksam zu machen. Hierfür werden in diesen Institutionen allerdings auch entsprechende strategisch-vorausschauende Fähigkeiten, Kompetenzen und Kapazitäten benötigt, die in der öffentlichen Verwaltung in Österreich nur spärlich vorhanden sind.

Im österreichischen Politiksystem gibt es kaum Foren, auf denen man sich übergreifend und vorausschauend mit Trends und Zukunftsperspektiven und sich hieraus ableitenden resilienzsteigernden Maßnahmen auseinandersetzen würde. Think Austria war ein Versuch, derartige vorausschauende Kompetenzen am Bundeskanzleramt zu etablieren, der allerdings wenig Sichtbarkeit nach außen und Wirksamkeit nach innen hatte und dem auch keine Dauerhaftigkeit beschieden war. Das österreichische Parlament hat seit 2018 über einen Rahmenvertrag eigene Foresight-Kapazitäten eingerichtet, dessen Nutzung sich auf halbjährliche Monitoring-Berichte und ausgewählte Einzelprojekte konzentriert und der bislang kaum für weiterreichende öffentliche Debatten über Krisenthematiken genutzt wurden. In den Ministerien werden Foresight-Methoden punktuell in ausgewählten Themenfeldern eingesetzt (z.B. im Bereich der Sicherheitsforschung, bei bestimmten neuen technologischen Entwicklungen oder im Hinblick auf spezifische Systemtransformationen).

Allerdings ist es auch nicht erforderlich in Österreich umfassende Foresight-Kapazitäten in der Breite aufzubauen, solange der Zugang zum internationalen Stand von Foresight-Aktivitäten und -ergebnissen besteht und diese im Hinblick auf die heimische Situation strategisch relevant interpretiert werden können.

In erster Hinsicht gibt es in Österreich etablierte Kompetenzen und Kapazitäten im Bereich der Foresight-durchführenden Organisationen, die sich insbesondere dadurch auszeichnen, dass

⁴⁴ Siehe [https://www.bmbwf.gv.at/Themen/Forschung/Forschung-in-der-EU/Leitthemen-der-EU-Forschung/Europ%C3%A4ischer-Forschungsraum-\(ERA\)/ERA-NAP.html](https://www.bmbwf.gv.at/Themen/Forschung/Forschung-in-der-EU/Leitthemen-der-EU-Forschung/Europ%C3%A4ischer-Forschungsraum-(ERA)/ERA-NAP.html) und <https://era.gv.at/era/era-policy-agenda/era-policy-agenda/>.

⁴⁵ Pandemien wie die durch das Corona-Virus ausgelöste kann man zwar nicht im konkreten Einzelfall antizipieren, aber es war dennoch bekannt, dass das Risiko weltweiter Pandemien durch neuartige Viren besteht. Im Nachlauf der lokal begrenzten Ebola-Fälle wurden beispielsweise in Deutschland Krisenpläne erarbeitet, welche Arten von Maßnahmen zu ergreifen wären und unter wessen Verantwortlichkeit. Dadurch dass diese Pläne für Ebola vorlagen, konnte für COVID-19 relativ rasch die Governance der Krisenreaktion geklärt und Maßnahmen ergriffen werden.

sie i) in vielfältiger Weise in europäische Foresight-Aktivitäten involviert sind und diese auch federführend mitgestalten, ii) über ihre breite Vernetzung in die europäische Foresight-Community Zugang zu einer Vielfalt von aktuellen Foresight-Aktivitäten und deren Ergebnissen haben, iii) auf globaler Ebene im Austausch mit Foresight-Organisationen stehen und mit diesen zusammenarbeiten und iv) ihr Wissen regelmäßig in heimische Projekte und Debatten einspeisen. Dies gilt insbesondere für das Center for Innovation Systems and Policy am AIT Austrian Institute of Technology, das über langjährige Erfahrung mit Foresight-Prozessen auf europäischer Ebene verfügt und derzeit einen Rahmenvertrag für verschiedene europäische Institutionen („Foresight on Demand“) koordiniert. Aber auch andere Einrichtungen in Österreich besitzen in ausgewählten Feldern Foresight-Kompetenzen wie beispielsweise das Zentrum für Soziale Innovation, Joanneum Research, die Universität für Bodenkultur oder – mit Fokus auf Technology Assessment – die Österreichische Akademie der Wissenschaften. Einen umfassenden Überblick über Foresight-Kapazitäten in Österreich liefert ein 2021 veröffentlichter Bericht im Auftrag des Rates für Forschung und Technologieentwicklung.⁴⁶

Im Hinblick auf die Fähigkeit zur strategischen Interpretation von Foresight-Wissen in den politischen Institutionen besteht in Österreich ein Nachholbedarf im Vergleich zu anderen europäischen Ländern wie beispielsweise Finnland oder den Niederlanden. Derzeit wird aber im Zuge der Etablierung von Governance-Strukturen und Prozessen zur Umsetzung der EU-Missionen in Österreich über den Aufbau von Foresight-Kapazitäten nachgedacht.⁴⁷ Angesichts des längerfristigen Zeithorizonts und der damit zusammenhängenden Notwendigkeit zur Adaptierung der Transformationspfade im Zuge der Umsetzung der Missionen sind derartige Kapazitäten in der Tat erforderlich. Sie würden aber auch im Hinblick auf die frühzeitige Befassung mit potenziellen zukünftigen Krisen und Resilienz fördernden Strategien benötigt.

5.4 Transformation der energieintensiven Industrien

In diesem Abschnitt wird die Resilienz des FTI-Systems am Beispiel der energieintensiven Industrien (EII) in der COVID-Krise und der Energiekrise beleuchtet. Die Fallstudie betrachtet alle drei Dimensionen der Resilienz (Absorption, Adaption und Transformation).

Die energieintensiven Industrien subsumieren die Produktionsbereiche zur Herstellung von Holzwaren, die Herstellung von Papier und Pappe, die Kokerei und Mineralölverarbeitung, die Herstellung von chemischen Erzeugnissen, die Herstellung von Glas/-waren, Zement, sowie die Metallherzeugung und -bearbeitung. Der unmittelbare Produktionswert der energieintensiven Industrie beläuft sich im Jahr 2020 in Österreich auf 61,06 Mrd. Euro und 140.938 Arbeitsplätze. Die Metallherzeugung und -bearbeitung zeichnet dabei für den größten Beschäftigungsanteil verantwortlich (38.122 Personen Metallherzeugung und -bearbeitung), wohingegen die Kokerei und Mineralölverarbeitung den größten Produktionswert vorweist (17,71 Mrd.).⁴⁸ Die energieintensiven Industrien zeichnen in Österreich für einen Anteil von rund zwei Drittel am Endenergieverbrauch des produzierenden Bereichs verantwortlich. Mit rd. 29 % Endenergieverbrauch ist

⁴⁶ Siehe Nathani, C., Hoff., O. und Clausen, J. (2021): Strategische Foresight-Prozesse: Übersicht und Handlungsoptionen, Studie im Auftrag des Rat für Forschung und Technologieentwicklung, Wien. Abgerufen unter: https://www.rat-fte.at/files/rat-fte-pdf/publikationen/2021/211115_EBP_Foresight_Schlussbericht_anFTE.pdf

⁴⁷ Siehe BMBWF/BMK (2023): Mehr Lebensqualität und Nachhaltigkeit durch Forschung und Anwendung. Umsetzungsrahmen für die EU-Missionen von Horizon Europe in Österreich, Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung / Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Wien. Abgerufen unter: https://www.bundeskanzleramt.gv.at/dam/jcr:13f3bd33-8a04-4405-abe8-4b72f36ba7af/umsetzungsrahmen_eu-missionen_he_in_aut.pdf

⁴⁸ Luptacik, P. (2022), Die Wichtigkeit der energieintensiven Industrie Niederösterreichs, Industrie aktuell 04/2022, <https://www.wko.at/branchen/k/industrie/industrie-aktuell-04-2022.pdf>

der produzierende Bereich neben der Raumwärme und dem Verkehr wiederum einer der wesentlichen Energieverbrauchsbereiche.

Das Fallbeispiel untersucht, wie die energieintensiven Industrien und die FTI-Politik auf die drastisch veränderten Rahmenbedingungen reagiert haben, und erörtert, inwiefern durch bzw. in den Krisen die Grundlagen dafür gelegt werden konnten, einen systemischen Wandel zu vollziehen. Es wird dargelegt, welche Stärken und Schwächen sich in den Krisen dabei zeigen, sich an die erfolgten Störungen kurzfristig anzupassen. Ebenso wurde untersucht, ob zwischen der Bestrebung, die energieintensiven Industrien zu dekarbonisieren und dem Wunsch, die strategische Autonomie Europas zu erhöhen, Zielkonflikte existieren, die nicht einfach überwunden werden können.

Ausgangssituation & FTI-Bedarfslage

Die Pariser Klimaziele und der Green Deal der Europäischen Kommission schaffen einen klaren politischen Rahmen, die Reduktion der Treibhausgasemissionen möglichst rasch voranzutreiben. Auch deswegen besteht ein hoher Innovations- und Investitionsbedarf für neue, klimafreundlichere, industrielle Prozesse. Basierend auf der gesellschaftspolitischen Notwendigkeit, die Transformation zu einer klimaneutralen Gesellschaft zu bewerkstelligen und zugleich die internationale Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Industrie aufrecht zu erhalten, liegt seit vielen Jahren ein besonderes Augenmerk auf dem Bereich der energieintensiven Industrien.

Die intendierte drastische Verringerung fossiler Brennstoffe in den nächsten Jahrzehnten und die Umstellung der energieintensiven Industrien auf eine CO₂-neutrale Produktion, stellt diese vor große Herausforderungen, da die meisten industriellen THG-Emissionen aus Hochtemperaturprozesswärme stammen (der direkten Befeuerung verschiedener Arten von Öfen, Erzeugung von Dampf oder Heißwasser). Die erforderlichen hohen Temperaturen und die spezifischen Anforderungen von Öfen beschränken die Nutzung von erneuerbaren Energien auf Biomasse oder sekundäre Energieträger (z. B. Elektrizität oder synthetische Brennstoffe).

Da die europäische Industrie selbst seit Jahrzehnten erfolgreich auf eine Reduktion der Energieeffizienz setzt, sind die verbleibenden Energieeffizienzpotenziale durch die Anwendung der bestmöglich verfügbaren Technologien begrenzt.⁴⁹ Schrittweise Technologieverbesserungen können nicht mehr als 15 % Energieeffizienzsteigerung / Treibhausgasemissionsverminderung erzielen bzw. langfristig realisieren. Zudem wurden Effizienzgewinne im Energieverbrauch bislang durch Ausweitung der Produktionsintensitäten neutralisiert.

Nur durch „Breakthrough Technologies“, können langfristig erwünschte Einsparungen von bis zu 80 % der Treibhausgasemissionen erreicht werden. Als zentraler Hebel zur Verringerung der industriellen CO₂-Emissionen wird daher die Umstellung auf CO₂-neutrale oder CO₂-arme Energieträger für die Erzeugung von Prozesswärme angesehen.

In vielen Bereichen ist eine umfassende Umstellung auf erneuerbare Energieträger nur machbar, wenn diese mit grundlegenden Veränderungen in den industriellen Prozessen einhergeht. Dabei existieren sowohl technologische Restriktionen als auch ökonomische Barrieren (z.B. sehr hohe Investitionskosten). Um die Klimaziele zu erreichen, wird auch ein frühzeitiger Ersatz von existierenden Technologien notwendig sein, bevor diese ihr normales Lebensende erreichen. Dies erhöht den Gesamtinvestitionsbedarf und die Kosten für die Transformation.

Die europäische Kommission richtete im Jahr 2015 eine hochrangige Expert*innengruppe über energieintensive Industrien ein, die sich aus Vertreter*innen der Mitgliedstaaten, der Industrie

⁴⁹ Siehe: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/cc_17-2022_the_european_commissions_2050_vision.pdf

und der Zivilgesellschaft zusammensetzte. Die Industriezweige, die an der hochrangigen Gruppe über energieintensive Industrien beteiligt waren, legten im September 2018 einen Bericht als gemeinsamen Beitrag zur strategischen Langzeitvision der EU-Kommission „Ein sauberer Planet für alle“ vor, der im November 2018 veröffentlicht wurde. In der Kommissionsstrategie wurden Netto-Null-Treibhausgasemissionen als Ziel für die EU bis 2050 vorgeschlagen. Dieses Ziel wurde ein Jahr später von den Regierungschefs der EU-Mitgliedsstaaten angenommen.

In Österreich wurde im Jahr 2014 ein erster F&E Fahrplan „Energieeffizienz in der energieintensiven Industrie“ im Auftrag des Klima- und Energiefonds erstellt⁵⁰.

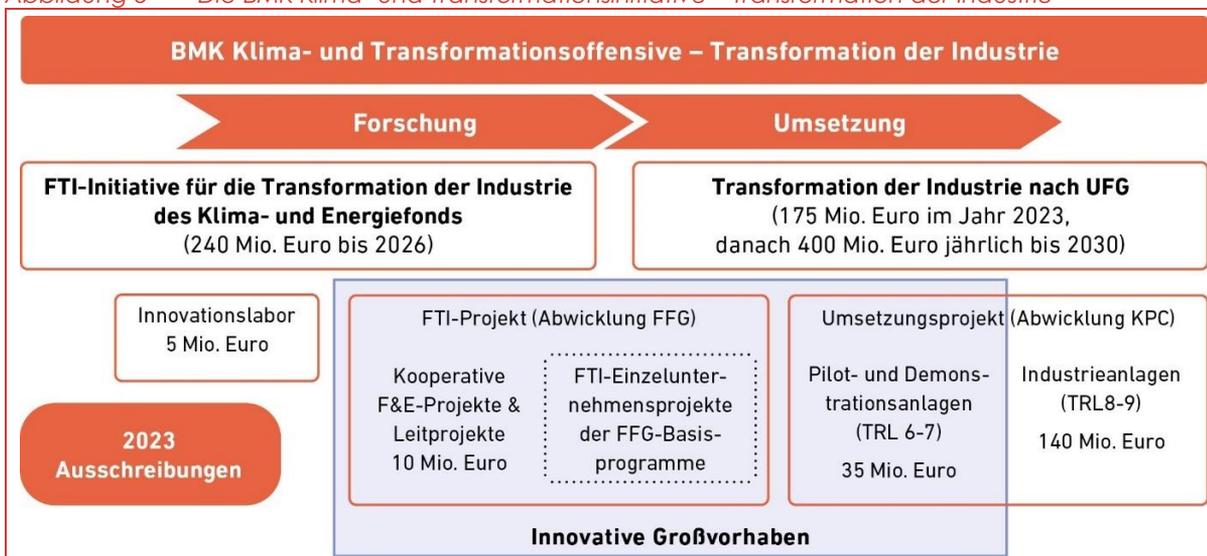
Ende 2017 wurden im Rahmen der Vorzeigeregionen des Klima- und Energiefonds der Innovationscluster „NEFI – New Energy for Industry“ bestehend aus 100 Unternehmen und 14 Forschungsinstitutionen aus dem Bereich der Energietechnologie und Energieforschung ausgewählt, um Energieinnovationen der Industrie in Österreich voranzutreiben. Im Rahmen der geförderten Forschungsprojekte werden Schlüsseltechnologien zur Dekarbonisierung des industriellen Energiesystems entwickelt, demonstriert und bis zur Marktreife gebracht. Ein im Rahmen von NEFI erstellter Szenarienbericht zeigt, dass über umfangreiche und ambitionierte Maßnahmen eine vollständige Dekarbonisierung des industriellen Energiesystems bis 2050 möglich ist und zeigt mittels „Backcasting“ auf, wie ein möglicher Transformationspfad für die österreichische, energieintensive Industrie aussehen könnte, wobei neben technologischen, auch sozio-ökonomische und infrastrukturelle Parameter miteinbezogen wurden.⁵¹

Mit der 2023 lancierten FTI-Initiative für die Transformation der Industrie sollen technologische Lösungen für die produzierende Industrie entwickelt werden, welche treibhausgasemittierende Technologien und Anlagen ersetzen. Die FTI-Initiative ist Teil der umfassenden Klima- und Transformationsoffensive – Transformation der Industrie des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). Das Gesamtbudget für diese FTI-Initiative, dotiert aus Mitteln des BMK, beträgt 240 Mio. Euro bis 2026. Die gefundenen Lösungen sollen als Modelle für eine breite Umsetzung dienen (siehe Abbildung unten).

⁵⁰<https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/16/KLIEN2014FuE-FahrplanEnergieeffizienzinderenergieintensivenIndustrie.pdf>

⁵¹ https://www.nefi.at/files/media/Pdfs/NEFI_Szenarienbericht_v15_WHY_Design.pdf

Abbildung 6 Die BMK Klima- und Transformationsinitiative – Transformation der Industrie



Quelle: BMK, FFG

COVID-19-Krise und Ukraine Krieg

Mit dem Ausbruch der COVID-19-Krise und des Ukraine Krieges haben die Transformationsbemühungen der energieintensiven Industrien an Dynamik gewonnen und dabei auch eine neue Fokussierung erhalten:

Die europäische Industriestrategie identifiziert als eine Folge der COVID-Krise eine starke wirtschaftliche Abhängigkeit Europas von Produkten, die hauptsächlich im Ökosystem der energieintensiven Industrien angesiedelt sind⁵². Die Themen Versorgungssicherheit und Re-Industrialisierung Europas gewinnen an Bedeutung.

Mit dem Angriffskrieg Russlands auf die Ukraine verschiebt sich der Fokus der energiepolitischen Überlegungen weiter auf das Thema der Versorgungssicherheit mit Energie und kritischen Rohstoffen.

Die hohe Abhängigkeit von russischem Gas und hohe Energiepreise bei Flüssiggas (LNG) könnten die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen energieintensiven Industrie mittelfristig gefährden. Produktionsstopps oder Produktionsverlagerungen ins Ausland („carbon leakage“) werden in Europa bereits teilweise beobachtet.

Im Ergebnis stehen auf der einen Seite die Bemühungen zur Dekarbonisierung der energieintensiven Industrien, während auf der anderen Seite Energieversorgungsengpässe und Preissteigerungen die industrielle Produktion in Europa schwer beeinträchtigen könnten. Mittel- bis langfristig wird von manchen das Ende der industriellen Produktion in Europa heraufbeschworen oder herbeigesehnt, während andere Europa als Vorreiter einer grünen, aber wachstumsorientierten Wirtschaft sehen möchten, in der ein Strukturwandel möglichst sanft geschehen soll.

Reaktionen auf die Krise: die energieintensiven Industrien

Aufgrund der kriegsinduzierten Energiekrise durchlebt Österreichs Wirtschaft 2023 eine Stagflationsphase. Hohe Energiepreise reduzieren mittelfristig die Produktionsmöglichkeiten und die Wettbewerbsfähigkeit, insbesondere von weltweit anbietenden energieintensiven

⁵² https://commission.europa.eu/system/files/2021-05/swd-strategic-dependencies-capacities_en.pdf

Unternehmen. Die mittelfristige Prognose 2023 bis 2027 zur Entwicklung der österreichischen Wirtschaft des Wirtschaftsforschungsinstituts hält fest, dass die anhaltend hohen Energiepreise in Europa auch in den Folgejahren die wirtschaftliche Dynamik in Österreich hemmen, vor allem in energieintensiven Industriezweigen, wodurch der Strukturwandel stark beschleunigt wird und teils zu Verwerfungen führt.⁵³ Die Verteuerung von Energie setzt laut der WIFO Prognose im Besonderen energieintensive europäische Industrieunternehmen massiv unter Druck, da sie durch die Kostensteigerungen an internationaler Wettbewerbsfähigkeit verlieren. Zudem profitieren die USA von der Verlagerung der europäischen Energienachfrage aus Russland nach Übersee (z. B. Flüssiggas) und von der teilweisen Standortverlegung energieintensiver Industriezweige von Europa in die USA, womit die Unternehmen auf das substantielle Preisgefälle bei Erdgas und Strom reagieren.

Bemühungen zur Eindämmung des Klimawandels dürften lt. der Studie dadurch verstärkt und der bereits (zaghafte) eingeleitete Transformationsprozess stark beschleunigt werden. Das deutlich erhöhte Anpassungstempo stellt dabei sowohl die Unternehmen als auch die Wirtschaftspolitik der EU und ihrer Mitgliedsländer vor große Herausforderungen.

Die Auswirkungen der Energiekrise auf die Unternehmen der energieintensiven Industrien waren laut den befragten Expert*innen unterschiedlich. Es kann zwischen Innovationsleadern, Followern, und der restlichen Masse unterschieden werden. Zumindest die Innovations-Leader hatten die Themen Versorgungssicherheit (in allen Varianten) und Dekarbonisierung immer am Radar. Aber auch in Summe haben laut Einschätzung der Ergebnisse der Interviews und des Workshops die energieintensiven Industrien in Österreich gezeigt, dass sie zumindest kurzfristig resilient sind. Zum einen haben die energieintensiven Industrien bereits in der Vergangenheit viele Effizienzmaßnahmen gesetzt, die vorteilhaft für die internationale Wettbewerbsfähigkeit waren.

Zum anderen konnten viele Unternehmen die gestiegenen Kosten an die Kunden weitergeben, da die Krise ganz Europa getroffen hat. Viele Unternehmen haben die geringeren Energiepreise in der COVID-Krise genutzt, um sich längerfristig einzudecken. Da die Preise auch schon wieder gesunken sind, waren die Auswirkungen nicht zu groß. Jedoch mussten insbesondere jene Unternehmen handeln, die die höheren Entstehungskosten aufgrund der internationalen Marktsituation nicht an die Kund*innen weitergeben konnten. Diese haben ihre Produktion teilweise auch eingeschränkt.

Sowohl in den Workshops als auch den Interviews wurde betont, dass in der Krise bei den Unternehmen eine gewisse Dynamik entstanden ist. Insbesondere Innovations-Leader haben Anstrengungen unternommen, die erforderlichen Transformationspfade schneller zu erreichen.

Thematisch hat die Krise nicht nur die Abhängigkeit von Ressourcen (Energiebereitstellung), Wertschöpfungsketten, und das Thema Wirtschaftlichkeit in den Mittelpunkt gerückt, sondern auch Abhängigkeiten in Hinblick auf Kund*innen/Abnehmer*innen von Produkten offengelegt. So wurde bspw. in einem Interview darauf hingewiesen, dass Unternehmen aufgrund der Krise eine mittel- bis langfristige Umstellung der Produktionsausrichtung (neue Kund*innen) vorgenommen haben, um die hohe Abhängigkeit von der Automobilindustrie zu senken.

Die Krise hat auch verdeutlicht, dass die Dekarbonisierungsbestrebungen von Unternehmen und letztlich ganzer Industrien Langzeit-Unternehmungen sind, bestehende Energiequellen können nicht kurzfristig ersetzt werden. Die Krise wurde jedoch von einigen energieintensiven Unternehmen genutzt, um einen Prozess zu starten, in dem ihre Produktion Standort für Standort,

⁵³ https://www.wifo.ac.at/jart/prj3/wifo/resources/person_dokument/person_dokument.jart?publikationsid=69919&mime_type=application/pdf

Schritt für Schritt CO₂ neutral gemacht wird (bspw. über Einsatz von Hochtemperaturwärmepumpen). Hohe allgemeinen Investitionsförderungen, die bspw. durch die Corona-Hilfen erfolgten, waren hier nützlich, um bereits existierende Pläne und Maßnahmen umzusetzen. Die Krise konnte dabei vor allem von jenen Unternehmen genutzt werden, die bereits bestehende Konzepte bereit hatten.

Für das Gros der Unternehmen wurde jedoch Bedarf konstatiert, dass zur Bewältigung der Herausforderungen mehr Unterstützung und FTI-Kooperationen und Netzwerkbildungen notwendig sind. Der Bedarf reicht über die Ideengenerierung, hin zur Entwicklung von Umsetzungsplänen, und zur Bewältigung des Planungsaufwands und der technischen Umsetzung, da es keine Standardlösungen gibt.

In einigen Interviews wurde zudem betont, dass insbesondere die führenden Industrie-Akteure in alle Richtungen bestens vernetzt sind und in Österreich generell sehr kurze Wege und direkte Kommunikation zwischen Unternehmen und den Akteuren der FTI-Politik existieren. Die gestiegene Aufmerksamkeit durch die Energiekrise wurde dafür genutzt, um einerseits darauf einzuwirken, dass sich die Rahmenbedingungen verändern, andererseits haben Unternehmen auch sehr viel Druck aufgebaut, Förderentscheidungen zu beschleunigen. Insbesondere bei den Umsetzungsprojekten hat die Geschwindigkeit von Entscheidungen eine große Rolle gespielt.

Die führenden Industrieakteure stehen auch mit den Energieversorgern in intensivem Austausch und auf der Ebene der industriellen Verbände haben sich Arbeitsgruppen gebildet, die sich mit der Zukunftsentwicklung der energieintensiven Industrien in Österreich auseinandersetzen. Beispiele sind die Arbeitsgruppe der WKO zu energieintensiven Industrien oder die Arbeitsgruppe des Verbands der Zementindustrie, die eine Roadmap zur Dekarbonisierung des Baustoffs erstellt hat.

Obwohl die langfristigen Dekarbonisierungsbemühungen nicht zuletzt aufgrund der klaren europäischen Zielvorgabe unisono als die zentrale Herausforderung von den Akteuren wahrgenommen werden, konstatieren einige der befragten Akteure auf Seite der Unternehmen (insgesamt) ein sehr kurzfristig orientiertes Handeln, in dem zu wenig Augenmerk auf die strategische Planung der industriellen Transformation gerichtet wird. So wird befürchtet und auch bereits beobachtet, dass auf der Seite der Unternehmen sinkende Energiepreise wieder dazu führen, dass Pläne aufgrund von Wirtschaftlichkeitsüberlegungen doch nicht realisiert werden.

In Hinblick auf die Realisierung der Dekarbonisierung der energieintensiven Industrien wird dabei auch konstatiert, dass die langfristigen Dekarbonisierungsstrategien die Entwicklung neuer Technologien benötigen, die sowohl eine starke Infrastruktur-Komponente aufweisen als auch rechtlich verbindliche Rahmenbedingungen. Insbesondere die Schaffung von Demonstrationsvorhaben, z.B. im Bereich des Carbon Capture Utilisation, wird als sehr kostenintensiv angesehen. Aufgrund der Kapitalintensität der energieintensiven Industrien in Hinblick auf ihre Infrastrukturen wird daher auch befürchtet, dass diese eher auf Lösungen zurückgreifen, die keine strukturellen Veränderungen in den Wertschöpfungsketten benötigen. Die Verbindlichkeit von politischen Rahmenbedingungen und Fördervorhaben wird aufgrund der Langfristigkeit des Transformationsvorhabens als bedeutend angesehen.

Neben dem Fokus auf die Umstellung der Anlagen stellten die Workshop-Teilnehmer*innen fest, dass ein wesentlicher Fokus auch auf die Bereitstellung der Infrastrukturen gelegt werden sollte. Die Industrie benötige nicht nur Prozesse, die auf Wasserstoff, Strom und andere erneuerbare Energieträger umgerüstet sind – dieser muss auch am Standort verfügbar sein.

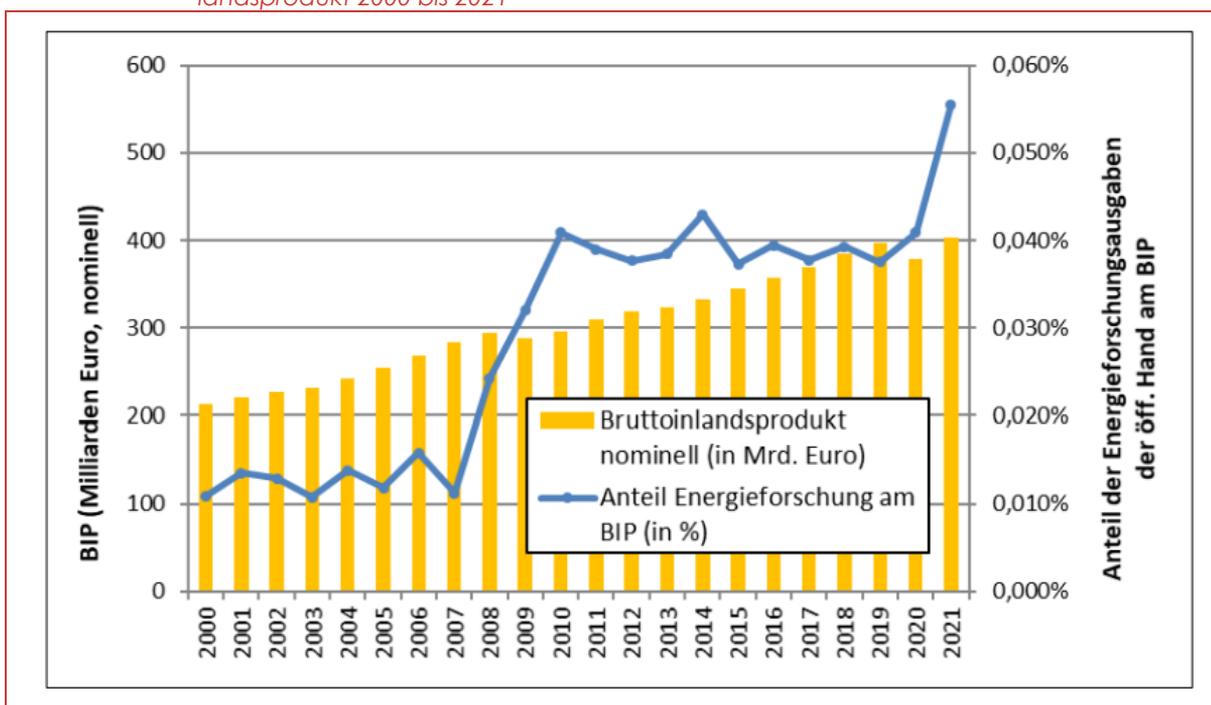
Die Verfügbarkeit des erneuerbaren Energiemixes vor Ort (Erzeugung, Zulieferung, Ablieferung) muss sichergestellt werden, und die transformativen Kapazitäten zur Etablierung dieser

Strukturen sind noch nicht gebündelt/vorhanden. Die Herausforderung in Hinblick auf die Infrastrukturen wird als sehr groß angesehen und die langfristige Planung dafür sei mangelhaft.

Reaktionen auf die Krise(n): Die Rolle der FTI-Politik

Auf der Ebene der Industrie- und Innovationspolitik hat die COVID-19-Krise verdeutlicht, welche Industriezweige Systemrelevanz haben. Bestehende Abhängigkeiten wurden unmittelbar sichtbar, jedoch wurde auch klar, dass diese nicht ad hoc beseitigt werden können. Die Krise wirkte aus Sicht der befragten Expert*innen dem etwas beschleunigend entgegen und es wurde deutlich, dass auch in Hinblick auf FTI etwas passieren muss. Dass eine Veränderung der Dynamik in Hinblick auf die Energieforschung stattfindet, zeigt der Blick auf die Energieforschungserhebung. Ab dem Jahr 2008 erfolgte eine deutliche Steigerung der öffentlichen F&E Ausgaben, die über etwa ein Jahrzehnt gehalten wurde. 2021 führten die Steigerungen im Energiebereich zu einem substantziellen Anstieg von 0,041 % (2020) auf 0,056 %⁵⁴.

Abbildung 7 Anteil der Energieforschungsausgaben der öffentlichen Hand in Österreich am Bruttoinlandsprodukt 2000 bis 2021



Quelle: Statistik Austria, AEA; Berechnungen: AEA

Die Ausgaben der öffentlichen Hand für Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsprojekte im Energiebereich betragen in Österreich im Jahr 2021 224,1 Millionen Euro. Das BMK (66,7 Mio. Euro) und der Klima- und Energiefonds (70 Mio. Euro) waren primär für die starken Steigerungen der Energieforschungsausgaben in Österreich im Jahr 2021 verantwortlich. 32,7 Millionen Euro wurden dabei über das ordentliche Budget hinausgehende Mittel aus dem Konjunkturpaket finanziert. Etwa 43 % der Ausgaben entfielen auf die Kategorien Energieeffizienz, 20 % auf Übertragung und Speicher und 18 % auf Wasserstoff und Brennstoffzellen und 9 % auf Erneuerbare Energien.

⁵⁴ https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/iea_pdf/schriftenreihe-2022-22-energieforschungserhebung-2021.pdf

Im internationalen Vergleich der regelmäßigen Veröffentlichungen der standardisierten Erhebungen der Energieforschungsausgaben in den Mitgliedsländern der IEA lag Österreich damit erstmals im vorderen Drittel der Mitgliedsländer, gemessen am Anteil der öffentlich finanzierten Energieforschung am jeweiligen Bruttoinlandsprodukt (BIP). Norwegen, das Land mit dem in den letzten Jahren höchsten Anteil, investierte – bezogen auf die Wirtschaftsleistung – etwa doppelt so viel in die Energieforschung wie Österreich.

Ausgaben für Aktivitäten im Bereich Energie und Industrie beliefen sich im Jahr 2021 auf 15 Millionen Euro und wurden insbesondere aus Eigenmitteln außeruniversitärer Forschungseinrichtungen (42 %) sowie Mitteln der Bundesministerien (28 %) finanziert. 13 % der Mittel entfielen auf die FFG-Basisprogramme, 7 % auf den Klima- und Energiefonds. 2021 wurden Aktivitäten zur Abtrennung und in geringerem Ausmaß zur Speicherung von CO₂ zwar auch vom Klima- und Energiefonds finanziert, jedoch primär über Eigenmittel an den Universitäten. Die Gesamtsumme der Finanzierung belief sich auf 703.856 EUR.

In Analogie zur Einschätzung der Unternehmensseite scheinen auch auf der Ebene der Förderagenturen die Strukturen vorhanden zu sein, um die notwendigen Instrumente und Themen zu bearbeiten, bisher erfolgten auf politischer Ebene jedoch lediglich Willensbekundungen. Auf der Seite der FTI-Politik wurde in den Erhebungen das Fehlen von klar ausgerichteten Programmen bemängelt, die auf die Handlungsfelder der energieintensiven Industrien ausgerichtet sind. Vielmehr sei im politischen Bereich die Meinung vorherrschend, dass es in Österreich schon alles gibt, was aber nicht zuträfe.

In den geführten Gesprächen wurde verdeutlicht, dass die bestehenden Instrumente für Innovation nicht ausreichen, um den langfristigen Transformationsanforderungen gerecht zu werden. Denn die Projekte und Anforderungen werden größer und integrierter und Großformate spielen für die industrielle Energiewende eine große Rolle, die nicht im Blickfeld sind. Hier stoße man auch förderrechtlich mit den jetzigen Vorhaben an die Grenzen des Möglichen. Festgehalten wurde jedoch auch, dass demnächst große Programme vor der Tür stehen (siehe Initiative zur Transformation der Industrie⁵⁵). Insgesamt überwog jedoch der Eindruck, dass die FTI-Maßnahmen im österreichischen FTI-System von einer zu geringen Richtungsvorgabe (Direktionalität) und zu großer Kleinteiligkeit geprägt sind.

Um dem entgegenzuwirken, wurde angeregt, dass neben einer stärkeren Fokussierung auch die Auswahlkriterien von FTI-Vorhaben transformativ gestaltet werden sollten. Fragestellungen der System-Dienlichkeit von Lösungen und die Bedeutung von veränderten Rahmenbedingungen im Energiesystem, das sehr hierarchisch geprägt war, müssten auch in FTI-Projekten berücksichtigt werden. Lernen auf der regulatorischen Ebene und Experimentieren unter veränderten Rahmenbedingungen sollten verstärkt ermöglicht werden.

Die Reaktion der Innovationspolitik auf die COVID-Krise und die Energiekrise wurde in den Interviews und dem Workshop eher zwiespältig beurteilt. Positiv hervorgehoben wurde, dass der Wirtschaft in hohem Maße allgemeine Förderungen zur Verfügung gestellt wurden, die es ermöglichten, bereits existierende Vorhaben in die Umsetzung zu bringen (vgl. vorheriger Abschnitt). Es existiere jedoch wenig strategische Planung und die Verteilung von Mitteln erfolgte mit der Gießkanne. Beachtenswert sei weiter, dass institutionelle Zuständigkeiten für die Vergabe von Förderungen im Zuge der COVID-Krise unbeachtet blieben, was mit erhöhten Kosten, Ineffizienzen in der Abwicklung und größerer Unübersichtlichkeit verbunden ist.

⁵⁵ <https://www.ffg.at/FTI-Tdl>

Kritisiert wurde die Gestaltung des österreichischen Aufbau- und Resilienzplans⁵⁶, die zwar Maßnahmen zur Transformation der Industrie zur Klimaneutralität (100 Mio. EUR) sowie Beteiligungen an den IPCEI Mikroelektronik und IPCE Wasserstoff (250 Mio. EUR) beinhaltet, jedoch keine stärkere Innovations- und Transformationsorientierung ermöglichen. Verwiesen wurde in diesem Zusammenhang in einem Gespräch auf das gesamte COVID Paket in Deutschland, das viel stärker in Richtung F&E ausgerichtet wurde (z.B. Hydrogen Backbone).

Die europäische Wirtschafts- und Innovationspolitik wird für die langfristigen Transformationsvorhaben als klarer Bezugsrahmen wahrgenommen, wobei Maßnahmen wie der EU Net Zero Industry Act eine österreichische Antwort benötigen würden, die in der die Innovationsförderung berücksichtigt wird.

Weiterhin als notwendig erachtet wurden eine längerfristige Planung und das Setzen von Stärkefeldern, um in ausgewählten Bereichen auch die Entstehung von neuen Industrien zu fördern.

Um einen längerfristigen Transformationspfad einschlagen zu können, wurde eine stärkere Verknüpfung von Forschungsfinanzierung mit dem Energie- und Umweltbeihilfenrecht sowie Wirtschaftsbeihilfen für den großen Rollout angeregt. Um große Industriestandorte zu dekarbonisieren, könnten zudem auch Einzel-Notifizierungen notwendig werden, wie diese z.B. in Deutschland durchgeführt wurden.

Zudem könnten Öffentlich-Private-Partnerschaften stärker für Transformationsvorhaben genutzt werden, wie sie derzeit bspw. in Schweden sehr stark forciert werden. Als ein mögliches österreichisches Beispiel wurde hier das Silicon Austria Lab angesehen, dass vom instrumentellen Ansatz für strategisch wichtige Themen stärker genutzt werden könnte.

Schlussfolgerungen

Untenstehende Tabelle fasst Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken mit Blick auf die Resilienz der EI zusammen.

Tabelle 4 SWOT-Matrix zur Transformation der energieintensiven Industrien mit Blick auf die Resilienz

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> Energieeffizienzmaßnahmen der Vergangenheit haben gute Ausgangsposition für Unternehmen in Österreich geschaffen Unternehmen technologisch gut aufgestellt Innovationsleader mit ausgeprägten Kompetenzen und internationaler Wettbewerbsfähigkeit verfügbar Kurze Wege zu Politik-Akteuren: Kommunikation von Bedarfen auf direktem Weg Sehr gute Beteiligung in herkömmlichen EU-Rahmenprogrammen (H2020, Horizon Europe) 	<ul style="list-style-type: none"> Geringe strategische Orientierung bei Unternehmen: Kurzfristiges Denken Geringes Interesse der Politik für F&I Hoher öffentlicher Mitteleinsatz bei geringer Direktionalität Strukturverändernde Vorhaben (Aufbau- und Resilienzplan) sowie Mittel zur Abfederung der Effekte der Krise nicht transformationsorientiert genutzt Potenzial neuer Instrumente (IPCEIs) nicht ausgeschöpft Kaum Aufwertung von FTI-Förderung im Bereich Energie & Innovation der Industrie
Chancen	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> Langfristige Planung, Entwicklung von Stärkefeldern: Transformation resilient gestalten Nutzung der Potenziale von Innovationsführenden Unternehmen 	<ul style="list-style-type: none"> Weiterhin hohe Abhängigkeit Europas Kostensteigerungen & Verlust an Wettbewerbsfähigkeit

⁵⁶ <https://www.bundeskanzleramt.gv.at/dam/jcr:daa6ed52-1070-41d5-acf6-5f980dc6e0dd/Oesterreichischer-Aufbau-und-Resilienzplan-2020-2026.pdf>

<ul style="list-style-type: none"> • Verknüpfung von Forschungsfinanzierung mit Energie-, Umwelt- und Wirtschaftsbeihilfen für großen Rollout • Beschleunigung des Roll-Out der Transformation über innovationsorientierte Marktprogramme • Neue Regulierungsansätze zur Beschleunigung der Transformation • Internationale Entwicklung von klimaneutralen Lösungen im Bereich Anlagen/Produktionskapazitäten 	<ul style="list-style-type: none"> • Substanzielles Preisgefälle zwischen Europa & USA • Standortverlegungen energieintensiver Industriezweige, Beschleunigung des Strukturwandels • Schwache FTI-Investitionen aufgrund einer nachhaltig hohen Inflation • Sinkende Energiepreise verlangsamen Transformationsfokus • Stranded Investments, Carbon Leakage, Green Leakage
---	---

Quelle: Technopolis & AIT

In Summe haben sich die energieintensiven Industrien in den Krisen kurzfristig resilient gezeigt, was sich insbesondere den **Stärken** der SWOT-Matrix abbildet. Die absorptive Kapazität war ausreichend, um die extern auftretenden Schocks abzufedern. Die Energieeffizienzmaßnahmen der Vergangenheit und getroffene Maßnahmen zur Sicherung der Versorgung haben Systemausfälle und Einschränkungen der Produktionskapazitäten weitgehend verhindert. Die Auswirkungen der Energiekrise konnten auch durch die rasche Verfügbarkeit signifikanter finanzieller Mittel verhindert werden.

Adaptive Reaktionen auf die Krisensituation wurden insbesondere von führenden FTI-Akteuren (Unternehmen) im Innovationssystem der energieintensiven Industrien gesetzt. Zum einen wurde der Druck auf die FTI-Politik erhöht, Rahmenbedingungen für Investitionen anzupassen und die Geschwindigkeit von Entscheidungen zu erhöhen. Zum anderen wurde die Krise als Chance genutzt, um bestehende Pläne zur Transformation/Erneuerung rasch umzusetzen.

Auf Ebene der FTI-Politik und der Unternehmen zeigte die Krise jedoch **Schwächen** in Hinblick auf die adaptive Kapazität und die transformative Kapazität in der Krise. Die Koordination der Akteure im Krisenfall wurde als verbesserungswürdig erachtet und auch die getroffenen finanziellen Unterstützungs-Maßnahmen in der Krise wurden nur in geringem Ausmaß als innovationsfördernd und direktional transformationsverstärkend wahrgenommen. Die transformativen Kapazitäten konnten in der Krise kaum gestärkt werden, obwohl die Szenarien und mögliche Maßnahmen zur Transformation der energieintensiven Industrien existieren und sowohl bei Unternehmen als auch im Bereich der Gestaltung des FTI-Systems die Strukturen vorhanden wären, um die Krisen zur Beschleunigung der Transformationsbemühungen zu nutzen. Während auf der Seite der Unternehmen kurzfristige Zeithorizonte in Bezug auf die strategische Planung konstatiert werden wird im Bereich der Politik ein zu geringer Stellenwert der Innovationspolitik wahrgenommen.

Die durch die Energiekrise induzierten **Risiken** sind gut bekannt. Die hohe Abhängigkeit Europas könnte weiter bestehen bleiben bzw. verstärkt werden. Kostensteigerungen und ein Verlust an Wettbewerbsfähigkeit durch substanzielle Preisgefälle zwischen Europa & USA wären die Folge. Standortverlegungen energieintensiver Industriezweige und eine Beschleunigung des Strukturwandels (i.S. einer Reduktion der Wertschöpfung) in diesen Bereichen wären die Folge. Schwache FTI-Investitionen könnten aufgrund einer nachhaltig hohen Inflation einer Beschleunigung des Transformationspfads entgegenwirken. Aber auch sinkende Energiepreise könnten den Fokus auf die Systemtransformation verlangsamen. Anreize und Rahmenbedingungen zur Dekarbonisierung der Industrien müssen so gesetzt werden, dass „Stranded Investments“, d.h. Fehlinvestitionen in Hinblick auf technische Anlagen, vermieden werden. Die Gefahr der Abwanderungen von Produktionsstätten aufgrund von Carbon Leakage besteht. Es besteht aber auch die Gefahr der Abwanderung von Unternehmen, wenn diese in ihren Stammländern nur mangelnde Rahmenbedingungen für eine Transformation in Richtung Klimaneutralität wiederfinden (Green Leakage).

Die Bedeutung der energieintensiven Industrien für Europa wurde durch die Krise(n) verstärkt wahrgenommen und es besteht die **Chance**, die Transformation der energieintensiven Industrien resilient zu gestalten. Dafür können die Potenziale von führenden Industrieunternehmen genutzt werden, um über eine stärkere Verknüpfung von Forschungsfinanzierung mit Energie-, Umwelt- und Wirtschaftsbeihilfen einen großen Rollout der Transformation zu ermöglichen. Eine wesentliche Voraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung ist dafür eine Beschleunigung des Ausbaus erneuerbarer Energieträger und entsprechender Infrastrukturen. Die Stärkung der Entwicklung von klimaneutralen Lösungen im Bereich Anlagentechnologie und der Ausbau von Produktionskapazitäten von Clean-Tech Lösungen wird als wesentliche internationale Chance gesehen, die der strategischen Förderung von Net-Zero-Technologien bedarf.

6 Überlegungen zu Monitoring und Messbarkeit von Resilienz

In **Bezug auf die Messbarkeit** von Resilienz scheint es bislang keine konkreten Vorarbeiten für den FTI-Bereich zu geben. Aber im Bereich der Entwicklungspolitik gibt es mittlerweile einen ausführlichen Corpus an Literatur zur Bestimmung und Messung von Resilienz von Systemen und von Interventionen, deren Konzepte sich auch auf den FTI-Bereich übertragen lassen⁵⁷. Auch hier stützt man sich auf die Resilienzdimensionen der Absorption, Adaption und der Transformation, denen verschiedene Indikatoren zugeordnet werden können.

Zentral ist darüber hinaus aber auch die Frage, zu welchem Zweck ein Monitoring der Resilienz verwendet werden soll und welche zeitliche Perspektive eingenommen werden sollen. Soll die Resilienzkapazität eines Systems ex-ante bestimmt werden im Hinblick auf eine spezifische Krise, also z.B. im Hinblick darauf, wie gut man auf eine bestimmte Krise vorbereitet ist? Soll die Krisenreaktion eines Systems begleitet erfasst werden, um z.B. in der Krisenreaktion nachzusteuern? Oder soll ein Monitoring eine ex-post-Bewertung ermöglichen dahingehend, wie gut ein System durch eine Krise gekommen ist? Je nach Fragestellung müssten die Dimensionen Absorption, Adaption sowie Transformation unterschiedlich gewichtet werden.

6.1 Beispiele von Resilienzmessungen in der Praxis

Die im Rahmen dieser Studie betrachteten Beispiele zur Messung von Resilienz positionieren sich unterschiedlich in diesen Dimensionen, sind aber nicht FTI-spezifisch. Untersucht werden das Resilienzdashboard der europäischen Kommission, der „Monitor of Well-being & the SDG's 2022“ des niederländischen Amtes für Statistik sowie eine Spezialausgabe des Global Competitive Reports vom World Economic Forum, das auch im österreichischen Forschungs- und Technologiebericht im Jahr 2021 behandelt wurde.⁵⁸

Niederlande: Monitor of Well-being & the Sustainable Development Goals 2022⁵⁹

Im jährlich vom niederländischen Amt für Statistik herausgegebenen Monitoring gibt es seit dem Jahr 2022 auch eine Dimension zur Resilienz.⁶⁰ Im Vordergrund steht die Frage der Krisenvorbereitung, also inwieweit ein zukünftiger Schock absorbiert werden kann. Der Zugang ist dabei ein Fokus auf faktische, aktuelle Daten zu spezifischen Themenbereichen wie z.B. die Robustheit der Biosphäre, der Gesellschaft und der Wirtschaft; die Macht der Regierung

⁵⁷ Bénè 2020; Frankenberger 2014; Sturgess 2016.

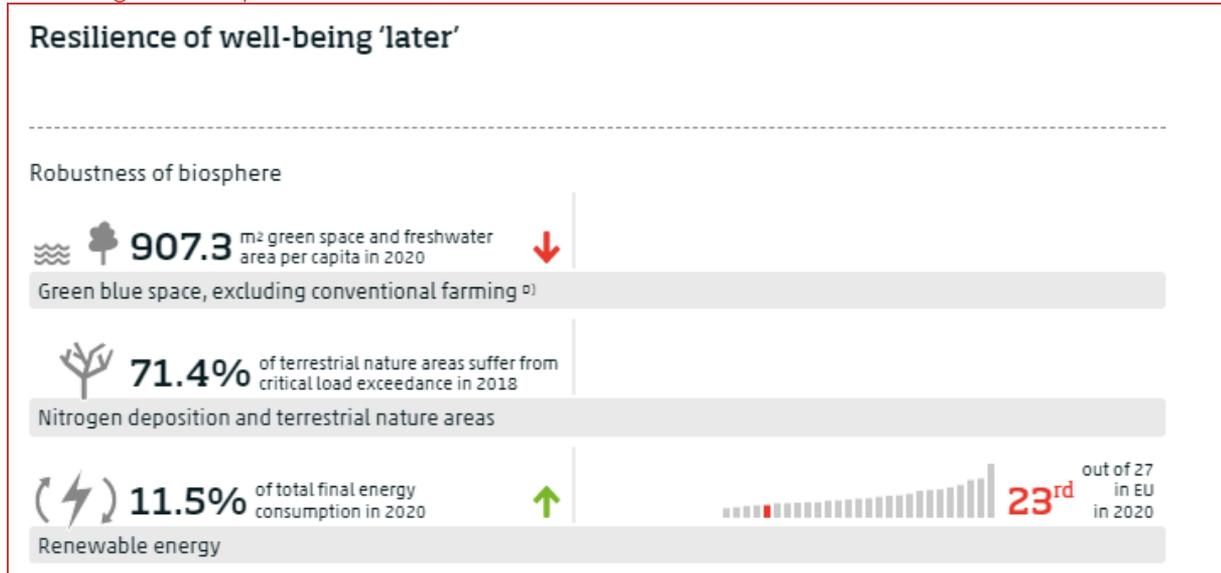
⁵⁸ Siehe österreichischer Forschungs- und Technologiebericht 2021, S. 76.

⁵⁹ Siehe <https://longreads.cbs.nl/monitor-of-well-being-and-sdgs-2022/>

⁶⁰ Siehe <https://longreads.cbs.nl/monitor-of-well-being-and-sdgs-2022/resilience/>.

(„Government power“) im Hinblick auf Effektivität der Verwaltung, aber auch wie entschlossen sich die Regierung verhält, oder auch grenzüberschreitende Abhängigkeiten. Das Dashboard unterscheidet die zeitlichen Dimensionen „Wohlbefinden heute“ und erwartbares „Wohlbefinden für zukünftige Generationen“. Die folgende Abbildung zeigt die Visualisierung einiger relevanter Indikatoren für den Bereich „Wohlbefinden zukünftiger Generationen“.

Abbildung 8 Beispieldimension aus dem Resilienzmonitor des niederländischen Amts für Statistik 2022



Quelle: CBS Monitor of Well-being & the SDG's 2022

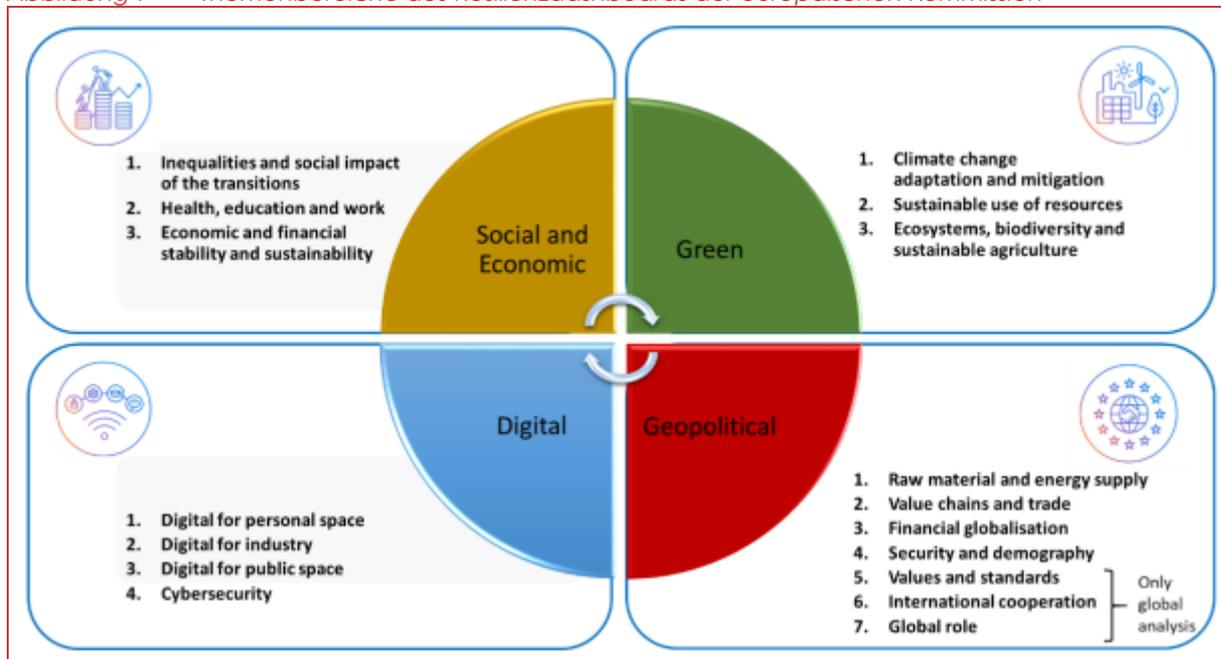
Das Monitoring konzentriert sich auf Veränderungen über die Zeit und eine Positionierung im Vergleich zu den EU-27. Die Indikatoren lassen keine absolute Aussage oder Bewertung der Resilienz in diesen Kategorien zu, sondern sollen Schwächen in der Resilienz für die Niederlande sichtbar machen.

EU-Kommission: Resilienzdashboard

Mit dem Resilienzdashboard verfolgt die Kommission das Ziel, eine ganzheitliche Einschätzung der progressiven Veränderungsfähigkeit der EU und ihrer Mitgliedsländer abzugeben: „The resilience dashboards are an innovative monitoring tool for the transition-led EU policy agenda. They provide a holistic assessment of the ability to progress amid challenges, across four dimensions: social and economic, green, digital, and geopolitical.“⁶¹ Diese vier Themenbereiche sind jeweils in verschiedene Unterthemen gegliedert (siehe die folgende Abbildung 9), denen dann wiederum Indikatoren in den Bereichen „Vulnerabilität“ und „Kapazität“ zugeordnet sind.

⁶¹ Siehe EK (2021): Resilience Dashboards report, S. 3: https://commission.europa.eu/system/files/2021-11/dashboard_report_20211129_en.pdf.

Abbildung 9 Themenbereiche des Resilienzdashboards der europäischen Kommission



Quelle: EK (2021): Resilience Dashboards report

Vulnerabilitäten sind Eigenschaften, die Auswirkungen von Krisen oder Transitionen verschlimmern oder Hindernisse bei der Erreichung von strategischen Zielen darstellen. Kapazitäten beschreiben Ermöglicher oder die Fähigkeit, mit Krisen und Strukturänderungen umzugehen und Transitionen zu managen. Damit trennt das Dashboard die Resilienzdimensionen der Absorption und der Transformation nicht systematisch.

Das Dashboard kann als radikal wirkungsorientiert verstanden werden, denn unter den insgesamt 124 Indikatoren, davon jeweils die Hälfte ungefähr den Kapazitäten und den Vulnerabilitäten zugeordnet, ist nur ein Indikator mit direktem FTI-Bezug (Anteil der innovativen Unternehmen, sozio-ökonomische Kapazität). Ansonsten gelten für dieses Dashboard dieselben Einschränkungen wie im Fall des niederländischen Monitorings: es sind nur relative Einschätzungen im Vergleich zu anderen Staaten möglich bzw. die Abbildung von Entwicklungen über die Zeit.

Global Competitive Report 2020 (WEF)

Einen anderen Ansatz verfolgte das WEF in der Spezialausgabe des *Global Competitive Reports* aus dem Jahr 2020. Der Bericht, der im Kontext der COVID-19-Krise und vor dem Hintergrund der Diskussionen um das Stichwort „Build back better“ entstanden ist, verbindet eine krisenzentrierte ex-post Perspektive (von der Finanzkrise bis zu den Anfängen der Pandemie) mit einer kurz- und einer langfristigen, vorausschauenden Perspektive. Hinter der kurzfristigen Perspektive (die nächsten 2 Jahre) verbirgt sich die Frage nach der unmittelbaren Krisenbewältigung, die längerfristige Perspektive (die nächsten 3-5 Jahre) wird als Transformation beschrieben hin zu „economic systems that fully integrate social and environmental targets into policy design“⁶². Unter den 11 in diesem Rahmen betrachteten Dimensionen findet sich auch die Dimension „Zukunfts-F&E&I“⁶³ bzw. in der Langfassung die „Inzentivierung und Erweiterung von geduldigen

⁶² WEF 2020: Global Competitiveness Report. How Countries are Performing on the Road to Recovery. Siehe https://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2020.pdf.

⁶³ Für eine Aufbereitung des Monitorings auf Deutsch siehe FTB 2021, S.76 ff.

Investitionen in Forschung, Innovation und Invention, die die Märkte von Morgen schaffen.“ Denn, so die Autoren weiter, die Transformation benötige das volle Potenzial der menschlichen Neugierde und Kreativität bei der Entwicklung von wegweisenden Technologien und neuen Produkten, Dienstleistungen und Märkten, die diese anwenden. In Bezug auf die Messbarkeit kommen die Autoren aber zu dem Schluss, dass hierfür Aspekte wie Investitionen in langfristige Forschungsprojekte, die Verfügbarkeit von geduldigem Kapital für die gezielte Entwicklung neuer Technologien, die Fähigkeit von Regierungen, als Venture Capitalists aktiv zu werden, die Zeithorizonte von Forschung sowie die Höhe von Entwicklungsausgaben gemessen werden müssten und entsprechende Daten rar seien. Daher haben die Autoren unter diesem Thema zwei Indikatoren approximativ verwendet: i) den Forschungs- und Entwicklungsstand bei 15 Technologien sowie ii) die Rolle des öffentlichen Sektors als Treiber dieser Entwicklung.

6.2 Bemerkungen zur Messbarkeit von Resilienz

Aus den im Rahmen dieser Untersuchung durchgeführten Interviews und Workshops hat sich kein besonderer Bedarf z.B. nach einem Resilienzdashboard für den FTI-Bereich ergeben.

Würde man sich dafür entscheiden, eine Anstrengung in diesem Bereich zu unternehmen, dann ergibt sich aus der Literatur ein Plädoyer⁶⁴, auch qualitative Methoden wie Selbsteinschätzungen zu Resilienz heranzuziehen und nicht nur von messbaren Inputs eines Systems auf seine Resilienzkapazität zu schließen. Außerdem, und das unterstreicht diese Studie im Ergebnis ebenfalls, profitiert ein solches Monitoring von einer hohen Krisenspezifität. Nur in der Verbindung konkreter Krisenszenarien kann entschieden werden, welche Indikatoren sinnvollerweise für eine Einschätzung der Resilienz eines Systems herangezogen werden, weil Auswirkungen krisenspezifisch sind (eine Energiekrise hat andere Auswirkungen als eine Pandemie). Weil es gelungen ist, dass FTI-System in den bisherigen Krisen gut zu stabilisieren, ist es insgesamt unklar, ob entsprechende Anstrengungen sinnvoll sein könnten. Im Rahmen der Studienarbeiten haben wir keine Beispiele eines solchen krisenspezifischen Resilienzmonitoring mit FTI-Bezug identifizieren können.

Eine detaillierte, ex-post-Krisenreflektion zur COVID-19-Krise wäre grundsätzlich sinnvoll, müsste aber mit einem etwas längerem Zeithorizont unternommen werden und könnte auf die Frage fokussieren, wo und wie die notwendige Geschwindigkeit bei dem Umgang mit administrativen Hürden erreicht wurde und wo nicht und was daraus gelernt werden kann.

Eine in der Vorausbetrachtung wichtige Stellschraube im Hinblick auf die Resilienz des FTI-Systems ist aber dessen Beitrag zur Resilienz des Gesamtsystems. Wenn man auf Fragen nach der Relevanz des FTI-Systems bzw. nach möglichen, zukünftigen Beiträgen des FTI-Systems zu konkreten Krisenereignissen mit Hilfe eines Monitoring-Tools eingehen möchte, dann müsste man die Frage stellen, inwieweit heute konkrete Aktivitäten zur Krisenvorbereitung oder Krisenabsorption unternommen werden. Diese sind z.B. in den thematischen Teilen des EU-Rahmenprogramms – wie oben gezeigt – angelegt.

7 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Vor dem Hintergrund der oben ausgeführten Erhebungen und Diskussionen kommen wir zu den folgenden Schlussfolgerungen, die wir, wenn geboten, in den Resilienzdimensionen verorten:

⁶⁴ z.B. Sturgess, P (2016): DFID. Measuring Resilience. Evidence on Demand, UK (2016).

1. **Das österreichische FTI-System hat sich als resilient erwiesen.** Die Funktionsweise wurde insgesamt aufrechterhalten und auch in stärker betroffenen Subsystemen, wie z.B. der Hochschulbildung oder im Start-up-Bereich, konnten Krisenauswirkungen durch Maßnahmen abgefedert werden (*Absorption*). Die Krise hat nicht zu einem systemischen Wandel geführt (*Transformation*), sondern bestehende Veränderungspfade fallweise, wie z.B. bei der Digitalisierung der Lehre, beschleunigt (*Adaption*). Es ist heute aber noch unklar, welche der Veränderungen längerfristig Bestand haben werden.
2. Die Bewertung dieses Befundes kann nur ambivalent erfolgen: **Es ist positiv, dass es gelungen ist, die Funktionsweise des FTI-Systems während der COVID-19-Krise zu erhalten** und dafür Sorge zu tragen, dass es auch in stärker betroffenen Bereichen keine größeren Disruptionen gab. Dabei zeigt sich, dass FTI-politische Instrumente oftmals angepasst werden konnten, zumeist so, dass kontaktlos gearbeitet wurde oder im Sinne einer flexibleren Handhabung anderer Beschränkungen wie z.B. im Hinblick auf Projektzeiten oder auf kurzfristig notwendige Entscheidungen. Weil die Absorptionskapazitäten des FTI-Systems nicht überschritten wurden, wurde allerdings auch kein systematischer Wandel angestoßen. Es gibt keine Hinweise darauf, dass sich die Resilienz des FTI-Systems hinsichtlich zukünftiger Krisen, wie sie z.B. durch den Klimawandel oder die Biodiversitätskrise, unter Umständen auch durch sozio-technische Prozesse wie die Digitalisierung ausgelöst werden könnten, erhöht hat.
3. Die Frage nach der zukünftigen Resilienz des FTI-Systems, also nach der Vorbereitung des Systems auf zukünftige Krisen, kann nur krisenspezifisch beantwortet werden. **Eine Bedingung für Stabilität und Stärke des FTI-Systems ist, dass es weiterhin von der Gesellschaft als relevant anerkannt wird.** Dieser Grundkonsens ermöglicht ausreichende Fokussierung, Ressourcen und Freiheitsgrade, sodass das produzierte Wissen, die angebotenen Problemlösungen und die ausgebildeten Personen weiterhin einen positiven Beitrag zur zukünftigen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Entwicklung leisten können. Die Gegenwart ist von einem hohen Bewusstsein für aktuelle und zukünftig erwartbaren Krisen geprägt. Für viele der in den letzten Jahren aufgetretenen Krisen gab es Vorwarzeichen, es hat aber an Bewusstsein für entsprechende Risiken und notwendige Vorbereitungen gefehlt. Aus dieser Perspektive ist es jedenfalls sinnvoll, wenn das FTI-System **anwendbare, krisensensible Foresight-Aktivitäten betreibt**, die sowohl entsprechende Risiken antizipiert als auch notwendige Maßnahmen mitdenkt.
4. Die **europäische FTI-Politik bietet gute Möglichkeiten und Ansätze**, die Vorbereitung des FTI-Systems auf zukünftige Krisen zu erhöhen (Missionen, KICs, IPCEI, ERA). Diese Instrumente werden aber in Österreich größtenteils nur reaktiv bespielt und – vor dem Hintergrund der zu erwartenden Zunahme von Krisen und sich verschlechternder Rahmenbedingungen – nicht ausreichend genutzt. Das betrifft sowohl einschlägige Themen als auch die Einbindung spezifischer, im Feld der FTI-Förderung untypischer Akteure, insbesondere aus den Reihen der Zielgruppen oder „gatekeeper“ in relevanten Prozessen von Problemdefinition und Lösungsumsetzung.
5. **Österreichs energieintensive Industrien und das FTI-System** verfügen über eine solide Basis und ausreichend strategische Kapazitäten, um die Klima- und Energiekrise als Chance zu nutzen. Die dafür notwendigen FTI-politischen Schritte wurden jedoch noch nicht realisiert. Die finanziellen Unterstützungsmaßnahmen in der Krise waren nur in geringem Ausmaß innovationsfördernd und direktional transformationsverstärkend, sodass die transformativen Kapazitäten kaum gestärkt werden konnten.
6. Die **Arbeit mit dem Resilienzbeff** ist ein Perspektivwechsel, der dazu einlädt, krisenspezifische Prozesse zu analysieren und daraus zu lernen. In der praktischen Anwendung ist das Konzept herausfordernd, weil in Zeiten überlappender Krisen Störungen und Belastungen

nur schwer spezifischen Krisen zugeordnet werden können, der Begriff eine starke ex-post-Komponente enthält, und die notwendige Krisenspezifität die Anwendbarkeit von Lerneffekten auf andersartige Krisen einschränkt. Wenn er stringent ex-ante ausgelegt wird, es also um bounce-forward oder Transformation geht, werden die notwendigen Betrachtungszeiträume lang. Gleichzeitig ist die Abgrenzung von anderen Konzepten, z.B. zur Transformation oder zum systemischen Wandel, schwierig. Für eine prospektiv angelegte Betrachtung ist die notwendige ex-post Analyse nur teilweise hilfreich. Der Begriff Resilienz ist mehrdeutig und grundsätzlich erklärungsbedürftig, eine Bewertung ist nur kontextspezifisch möglich: Wenn ein positiv bewertetes System resilient ist, dann ist das erwünscht, wenn ein negativ bewertetes System resilient ist, dann ist das nicht erwünscht. Kurzfristige Resilienz eines Systems, durch die eine direkte Störung abgefedert wurde, ist in der Regel positiv, doch sollte der Impuls zur Veränderung nicht verloren gehen, wenn es gilt, das System auf andere, zukünftige Krisen vorzubereiten. Sonst besteht die Gefahr, dass eine zu starke Betonung von Resilienz strukturkonservierend wirkt.

Basierend auf den Schlussfolgerungen und Erhebungen kommen wir zu den folgenden Studienempfehlungen:

1. Resilienz zukunftsgerichtet verstehen

- Vorbereitung auf die erwartbaren Krisenszenarien (Klimakrise, Biodiversitätskrise) intensivieren,
- Foresight zu den verschiedenen Krisentypen und deren Teilaspekten nutzen,
- das STI-System strukturell und thematisch stärker darauf ausrichten.

2. Europäische Instrumente stärker, proaktiver und strategischer nutzen

- Die Teilnahme stärker fördern in Bereichen, in denen von einem hohen Beitrag zur Krisenvorbereitung auszugehen ist (z.B. Missionen, ERA, KICs),
- Stärkere Unterstützung der Vernetzung in krisenrelevanten Themenbereichen (z.B. Gesundheit, Energie, Klima, Ernährung) unter Einbeziehung untypischer Anwender (Städte, NGOs, Landwirtschaft, förderferne Unternehmen) sowie Capacity building und die Ermöglichung von gemeinsamem Lernen, damit die Bedürfnisse deutlicher und schneller bei den FTI-Akteuren ankommen.

3. Legitimation krisenspezifischer FTI-Politik sowie Vertrauen in das FTI-System erhöhen

- Anstoßen eines partizipativen Prozesses zur Entwicklung einer entsprechenden Strategie durch den Rat: Für welche spezifischen Krisenszenarien wünschen sich die Einwohner*innen Österreichs konkrete Lösungsbeiträge aus dem Wissenschaftsbereich?

4. Zur Governance bzw. Rolle des Rates

- Aktive Vermittlung zwischen den drei steuerungsrelevanten Positionen Politik – Forschung – Wirtschaft,
- Downsizing der Ziele auf Meso-Ebene, Upscaling der Indikatoren auf Meso-Ebene,
- Fokus auf Zielkonflikte.

5. Österreichische Antwort auf EU Net Zero Industry Act

- Langfristige Signale für Hersteller und Investoren,
- Clean-Tech Produktionskapazitäten aufbauen,
- Strategische Net-Zero-Technologien fördern.

6. Transformation des Energiesystems beschleunigen

- Wasserstoffstrategie und FTI für H₂ Strategie konsequent umsetzen,

- Erneuerbare Energieträger/Infrastrukturen ausbauen.

7. **Innovation & Roll-Out zusammen voranbringen**

- Innovative Technologien in den Vordergrund stellen,
- Innovation Leader & Follower nutzen, um Lösungen vorzubereiten und Anpassung zu ermöglichen,
- Große Marktentwicklungsprogramme für notwendige Innovationen.

Anhang A Verwendete Literatur

- Alton, V. et al (2022): Pathway to Industrial Decarbonisation. Scenarios for the Development of the Industrial Sector in Austria.
- Arnold, E. and Barker, K. (2023): What past changes in Swedish policy tell us about developing third-generation research and innovation governance, S. 41: Characteristics of three R&I governance paradigm changes. <https://www.elgaronline.com/downloadpdf/book/9781788970815/book-part-9781788970815-9.xml>
- Baumgartner et al (2022): Energiepreisschock trübt auch mittelfristig die Wirtschaftsaussichten. Mittelfristige Prognose 2023 bis 2027.
- Bénè, C. (2020). Resilience of local food systems and links to food security – a review of important concepts in the context of COVID-19 and other shocks, in: Food Security (6/2020).
- Bevir, M. (2012). Governance, a Very Short introduction. Oxford University Press, UK.
- BMBWF/BMK (2023): Mehr Lebensqualität und Nachhaltigkeit durch Forschung und Anwendung. Umsetzungsrahmen für die EU-Missionen von Horizon Europe in Österreich, Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung / Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Wien. https://www.bundeskanzleramt.gv.at/dam/jcr:13f3bd33-8a04-4405-abe8-4b72f36ba7af/umsetzungsrahmen_eu-missionen_he_in_aut.pdf
- CCCA (2023): Klimastatusbericht Österreich 2022. https://ccca.ac.at/fileadmin/00_DokumenteHauptmenue/02_Klimawissen/Klimastatusbericht/KSB_2022/Klimastatusbericht_2022_OE.pdf
- Dachs, B., Drach, A. (2019): Forschung und Entwicklung von Unternehmen in langfristiger Perspektive: Starkes Wachstum, alte Akteure, Perspektiven der Wirtschaftspolitik, 20 (4), S. 340–351.
- EK (2022). 2022 Country Report – Austria. Commission Staff Working Document accompanying the document Recommendation for a Council Recommendation on the 2022 National Reform Programme of Austria and delivering a Council opinion on the 2022 Stability Programme of Austria. SWD (2022) 601 final.
- EK (2021): Resilience Dashboards report. https://commission.europa.eu/system/files/2021-11/dashboard_report_20211129_en.pdf.
- Frankenberger, T.R. et al (2014). Current Approaches to Resilience Programming among nongovernmental organizations. Conference Paper 7.
- Grimm, Jürgen: Wissenschaftssteuerung und Steuerung durch Wissen, nach Willke, Helmut (2001): Systemtheorie III: Steuerungstheorie. Grundzüge einer Theorie der Steuerung komplexer Sozialsysteme, 3., überarbeitete Aufl. – Stuttgart: Lucius&Lucius. Reihe UTB 1840. https://homepage.univie.ac.at/~tatzlg2/lehre/VWien04ForschManage_Praes03WissSteuerung.pdf
- Gunderson, L. H., & Pritchard, L. (Eds.). (2012). Resilience and the behavior of large-scale systems (Vol. 60). Island Press.
- Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. Annual review of ecology and systematics, 1-23.
- Holling, C. S., & Gunderson, L. H. (2002). Resilience and adaptive cycles. In: Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems, 25-62.
- Homer-Dixon, Thomas and Renn, Ortwin and Rockstrom, Johan and Donges, Jonathan F. and Janzwood, Scott, A Call for An International Research Program on the Risk of a Global

Polycrisis (December 16, 2021). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4058592> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4058592>

- Indinger, A., Rollings, M. (2021): Energieforschungserhebung 2021. Ausgaben der öffentlichen Hand in Österreich. Erhebung für die IEA.
- Leitner, K.-H. et al (2023): Austrian Startup Monitor 2022. <https://austrianstartupmonitor.at/wp-content/uploads/2023/04/ASM-2022.pdf>
- Luptacik, P. (2022), Die Wichtigkeit der energieintensiven Industrie Niederösterreichs, Industrie aktuell 04/2022, <https://www.wko.at/branchen/k/industrie/industrie-aktuell-04-2022.pdf>
- Manca, Benczur, Giovannini (2017): Building a scientific narrative towards a more resilient EU society, Part 1: a conceptual framework, EUR 28548 EN, doi:10.2760/635528
- Moser, S. et al (2014): F&E-Fahrplan. Energieeffizienz in der energieintensiven Industrie.
- Nathani, C., (2021): Strategische Foresight-Prozesse: Übersicht und Handlungsoptionen. https://www.rat-fte.at/files/rat-fte-pdf/publikationen/2021/211115_EBP_Foresight_Schlussbericht_anFTE.pdf.
- OECD (2018), OECD Reviews of Innovation Policy: Austria 2018, OECD Reviews of Innovation Policy, OECD Publishing, Paris
- Österreichische Forschungs- und Technologieberichte 2021, 2022, 2023 siehe <https://www.bmbwf.gv.at/Themen/Forschung/Forschung-in-%C3%96sterreich/Services/FTB.html>.
- Pendall, R., Foster, K. A., & Cowell, M. (2010). Resilience and regions: building understanding of the metaphor. Cambridge Journal of Regions, Economy and Society, 3(1), 71-84.
- Reinstaller et al (2022): Auswirkungen der COVID-19-Pandemie auf die Innovationsfähigkeit von Unternehmen in Österreich. <https://www.rat-fte.at/files/rat-fte-pdf/publikationen/2022/S260060.pdf>
- Rudloff, B. (2020): Wirtschaftliche Resilienz: Kompass oder Catchword? Welche Fallstricke und Folgeeffekte die EU im Krisenmanagement beachten muss.
- Sturgess, P (2016): DFID. Measuring Resilience. Evidence on Demand, UK (2016).
- Tiefenthaler, B. und Ohler, F. (2016): Die unterschiedliche Rolle von großen und kleinen Mitgliedstaaten im Kontext von HORIZON 2020. Abgerufen unter https://era.gv.at/public/documents/2777/0_Endbericht_Technopolis.pdf
- Wachsmuth, J. et al (2022): The European Commission's 2050 Vision "A clean planet for all" – Implications for Sector Strategies and Climate Governance. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/cc_17-2022_the_european_commissions_2050_vision.pdf
- Walker, B. (2020). Resilience: what it is and is not. Ecology and Society. 25. 10.5751/ES-11647-250211.
- Walker, B., Carpenter, S., Anderies, J., Abel, N., Cumming, G., Janssen, M., ... & Pritchard, R. (2002). Resilience management in social-ecological systems: a working hypothesis for a participatory approach. Conservation ecology, 6(1).
- Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., & Kinzig, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. Ecology and society, 9(2).
- Weber et al (2021): Agilität in der F&I-Politik. Konzept, Definition, Operationalisierung. https://www.e-fi.de/fileadmin/Assets/Studien/2021/StuDIS_08_2021.pdf.

- WEF 2020: Global Competitiveness Report. How Countries are Performing on the Road to Recovery. Siehe https://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2020.pdf.
- World Economic Forum Global Risks. Perception Study 2022-2023.

Alle Online-Quellen abgerufen am 7. Juni 2023.

technopolis
group 

www.technopolis-group.com