

UMWELTWIRKUNGEN VON FTI-POLITISCHEN MASSNAHMEN: HERAUSFORDERUNGEN UND ANSÄTZE FÜR DIE EVALUIERUNGSPRAXIS

HARALD WIESER, PETER KAUFMANN, PHILIPP BRUNNER, WOLFGANG HAIDER, HARALD HOCHREITER, NORBERT KNOLL, LISA KOCH, KLAUS KUBECZKO, GERHARD REITSCHULER, SASCHA SARDADVAR, KLAUS SCHUCH AND MARIO STEYER

DOI: 10.22163/fteval.2021.517

KURZFASSUNG

Von der Politik wird zunehmend erwartet, dass sie aktiv zur Erreichung gesellschaftlich bzw. politisch festgelegter Umweltziele beiträgt. Vor diesem Hintergrund kann in den vergangenen Jahren auch eine verstärkte Berücksichtigung der Wirkungen der FTI-Politik auf die natürliche Umwelt beobachtet werden. Dies drückt sich sowohl in der Festlegung von Umweltkriterien sowie einer zunehmenden systemischen Orientierung von FTI-politischen Maßnahmen aus, um eine Transition hin zu einer klimaneutralen und ressourceneffizienten Gesellschaft zu unterstützen. Dieser Beitrag setzt sich mit den aus dieser „Ökologisierung“ der FTI-Politik entstehenden Herausforderungen für die Evaluierungspraxis auseinander und stellt bestehende Ansätze zu ihrer Adressierung vor.

Schlagworte: Umweltwirkungen, FTI, systemisch, Evaluierung

ABSTRACT

Public policy is increasingly expected to actively contribute to the achievement of socially or politically defined environmental goals. Against this backdrop, increased consideration of the effects of RTI policy on the natural environment can be observed in recent years. This is expressed both ways, in the definition of environmental criteria and an increasing systemic orientation of RTI policy measures to support a transition towards a climate-neutral and resource-efficient society. This paper addresses some challenges for evaluation practice arising from this “greening” of RTI policy and presents existing approaches to address them.

Keywords: environmental impacts, RTI, systemic, evaluation

1. EINFÜHRUNG

Umweltpolitik sieht sich mit einer Reihe ökologischer und klimatischer Kippunkte (sog. „Tipping Points“) konfrontiert, mit deren Auslösung in der Literatur sowohl eine Beschleunigung wie auch Irreversibilität von Veränderungsprozessen verbunden wird (z.B. IPCC, 2019; Lenton, 2013). Im Vergleich zu anderen gesellschaftlichen Handlungsfeldern kommt der Setzung *zeitgerechter* und – in Hinblick auf die Vermeidung solcher Kippunkte – *effektiver* Maßnahmen daher eine außerordentlich große Bedeutung in der Umweltpolitik zu. Dies gilt umso mehr in einer Zeit, in der bereits essentielle ökologische Systeme zu kollabieren drohen (Steffen et al., 2015). Mit zunehmender Dringlichkeit verändern sich damit auch die Anforderungen an den Forschungs-, Technologie- und Innovations- (FTI-)Sektor. Während die Grundlagenforschung traditionell eine herausragende Rolle in der Generierung und Vermittlung eines besseren Verständnisses komplexer Umweltprobleme einnahm, wird nun aufgrund der Dringlichkeit insbesondere zu den Themen Klima und Biodiversität auch von der angewandten Forschung eine tragende Rolle in der Bewältigung der Probleme erwartet. Damit einher geht die Erwartung, dass Innovationsprozesse auf intendierte wie auch nicht-intendierte Umwelteffekte untersucht werden und, soweit möglich sich von Anfang an, an übergeordneten, umweltpolitischen Zielen orientieren. Insoweit solche Erwartungen sich zunehmend in der Praxis widerspiegeln, können in den vergangenen Jahren durchaus Ansätze für eine „Ökologisierung“ der österreichischen FTI-Politik beobachtet werden.

Vor diesem Hintergrund befasst sich dieser Beitrag mit den sich daraus ergebenden Herausforderungen für die Evaluierungspraxis im FTI-Sektor. Ein Blick in das Archiv des fteval-Journals zeigt, dass Umweltwirkungen in der Evaluierung FTI-politischer Maßnahmen bisher kaum thematisiert wurden. Das vordergründige Ziel dieses Beitrags ist es daher, sich einen ersten Überblick der aktuellen Entwicklungen und bereits existierender, konzeptioneller wie methodischer Wissensbausteine für die Evaluierung der Umweltwirkungen FTI-politischer Maßnahmen zu verschaffen. Inhaltlich baut dieser Beitrag auf den von der fteval-Plattform initiierten und im Rahmen mehrerer Workshops getätigten Wissensaustausch zwischen EvaluatorInnen und ExpertInnen aus

Fördereinrichtungen auf, ein Austausch, der im Verfassen dieses Texts weiter vertieft wurde.

Der folgende Abschnitt beschreibt zunächst, wie sich die derzeitige Ökologisierung der österreichischen FTI-Politik darstellt. Die Gliederung der darauffolgenden Diskussion folgt einer Aufteilung der Herausforderungen in drei Kernbereiche der Evaluierung: der Wirkungsdimensionen (Abschnitt 3), der Wirkungslogik (Theoretische Herausforderungen: Abschnitt 4) und der Wirkungserfassung und –erreichung (Methodische Herausforderungen: Abschnitt 5). Abschließend fassen wir die wichtigsten Herausforderungen für EvaluatorInnen zusammen. Daraus leiten wir erste Empfehlungen für Förderagenturen und die zukünftige Evaluierungspraxis ab.

2. EINZUG UMWELTRELEVANTER ZIELE IN DER FTI-POLITIK IN ÖSTERREICH

Mit der FTI-Strategie 2030 wurde die Rolle der österreichischen FTI-Politik für die Erreichung umweltbezogener Ziele, in diesem Fall bezogen auf den Klimaschutz, erstmals auf strategischer Ebene verankert. Umweltrelevante Forschungs- und Innovationstätigkeiten werden damit aller Voraussicht nach deutlich an Bedeutung gewinnen. Ungeachtet dieser strategischen Ziele lässt sich bereits seit vielen Jahren eine verstärkte Ökologisierung der FTI-Politik in Österreich beobachten. Vereinfacht lässt sich diese Entwicklung an zwei sich ergänzenden Pfaden festmachen.

Der erste Pfad ergibt sich aus der Einführung und stärkeren Gewichtung von Umweltkriterien auf unterschiedlichen Ebenen: von der Wirkungsfolgenabschätzung von Förderprogrammen bis zur Selektion von Forschungs- und Investitionsprojekten und dem Design von bestehenden Förderprogrammen. Dieser Pfad kann zum Teil bereits für viele Jahrzehnte zurückverfolgt werden, allen voran in der Förderung von FTI-Aktivitäten in den Bereichen Energie, Stadtentwicklung und Mobilität. So spie-

len Förderprogramme wie StartClim (seit 2002) und das Austrian Climate Research Programme (seit 2008) eine tragende Rolle in der österreichischen Klimaforschung (Ecker et al., 2021) und weisen von Anfang an eine klare Umweltorientierung auf. Zugleich macht sich die Ökologisierung in diesem Sinne in jüngster Zeit verstärkt in traditionellen Bereichen der FTI-Politik bemerkbar, die lange davon unberührt blieben. Beispielsweise wird das Programm „Innovationsschutz“ der Austria Wirtschaftsservice (aws) seit 2021 durch ein spezifisches Angebot („Green.IP“) zum Schutz von Umwelttechnologien ergänzt. Ein weiteres Beispiel ist das kürzlich lancierte „Green Frontrunner“-Förderprogramm, das im Gegensatz zum Vorgängerprogramm einen expliziten Fokus auf Unternehmen mit Klima- und Umweltstrategie setzt. In der wirkungsorientierten Haushaltsführung des Bundes wurde mit der Einführung von Evaluierungen (wenn auch in einfachem Rahmen) im Zuge der wirkungsorientierten Folgenabschätzung (WFA) in zweierlei Hinsicht „Umwelt“ nachhaltig platziert. Zum einen wurde mittels Verordnung die Wirkungsdimension Umwelt explizit als relevante Erfassungsgröße festgelegt (vgl. § 17 Abs. 3 Z 3 des Bundeshaushaltsgesetzes 2013 (BHG 2013), BGBl. I Nr. 139/2009). Andererseits wurde dadurch auch die Perspektive für nicht dezidiert mit Umweltthemen befasste Stellen und Maßnahmen wesentlich erweitert, da im Rahmen der Einvernehmensherstellung mit dem Bundesministerium für Finanzen auf Basis festgelegter Grenzwerte Umweltauswirkungen obligatorisch erfasst werden sollten.

Während der erste Pfad der FTI-Politik eine stärkere Direktionalität entlang von Umweltkriterien vorgibt, drückt sich der zweite und auch jüngere Pfad der Ökologisierung durch eine verstärkt systemische Orientierung aus. Die FTI-Politik sieht sich zunehmend in der gesellschaftlichen Verantwortung, wodurch der Anspruch erwächst, jenseits der Entwicklung neuer, „grüner“ Produkte und Prozesse, einen wesentlichen Beitrag zu deren weitreichenden Einsatz in Produktion und Konsum zu leisten – ohne diesen können positive Umweltwirkungen nicht erreicht werden. Das Zielsystem wird dementsprechend weiter gefasst, sowohl bezüglich der Funktionen von Innovationssystemen als auch der Transition von Produktion-Konsumtions-Systemen (siehe Weber & Polt, 2014;

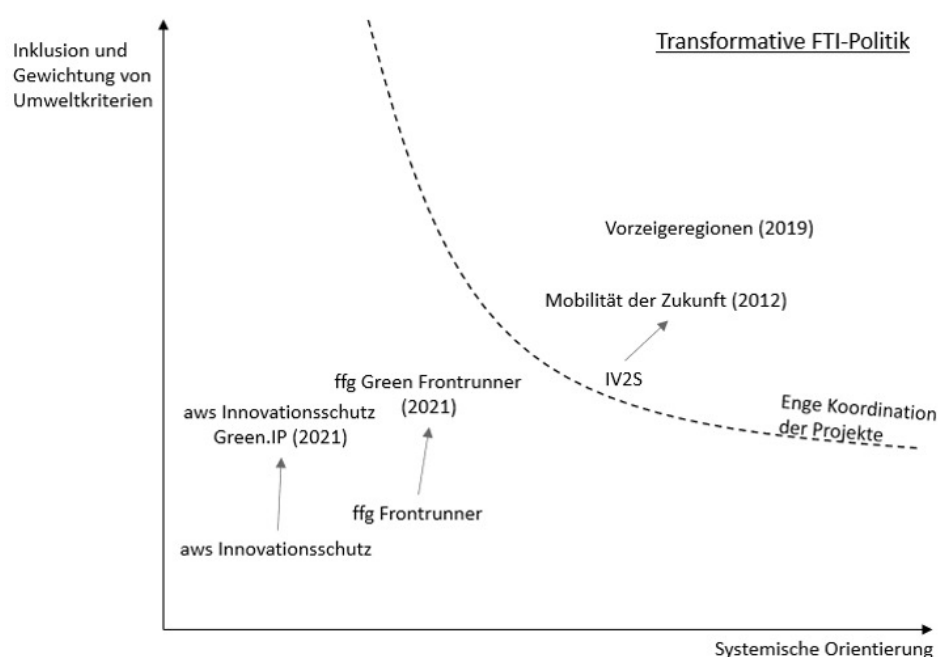


Abbildung 1: Schematische Darstellung beispielhafter Ökologisierungsprozesse in der österreichischen FTI-Politik

Weber & Rohrer, 2012). Beispielhaft seien hier die missionsorientierten Programme „Mobilität der Zukunft“ im Mobilitätssektor und „eMISSION“ im Energiesektor und ihre jeweiligen Vorgänger genannt, die das Erreichen einer gesellschaftlichen Mission als Ziel definieren.

Die beiden Pfade ergänzen einander, indem ersterer eine grundlegende Richtung für die FTI-Politik vorgibt und letzterer sicherzustellen versucht, dass die gewünschten Wirkungen in Hinblick auf gesellschaftliche Bedürfnisse auch erreicht werden. In der Praxis werden sie je nach Handlungsfeld allerdings unterschiedlich stark verfolgt. So streben oben genannte missionsorientierte Programme auch viele Wirkungen jenseits der Umweltdimension an, die teilweise auch stärker gewichtet werden.¹ Instrumente wie „Green.IP“ oder „Green Frontrunner“ weisen hingegen einen klareren Fokus auf umweltorientierte Geschäftsfelder auf, fördern konkrete Akteure und Aktivitäten, aber sektorübergreifend ohne diese untereinander (systemisch) abzustimmen (siehe Abbildung 1). Ein im Vergleich dazu integrierenderer Ansatz wird in der FTI-Initiative „Vorzeigeregion Energie“ verfolgt, indem der Fokus auf Industrie-Regionen anstatt ausschließlich auf Technologien gelegt wird und per se eine systemische Ausrichtung verfolgt.

Mit Hinblick auf die Rolle von EvaluatorenInnen muss kritisch bemerkt werden, dass trotz solcher, wenn auch teilweise noch junger Prozesse der Ökologisierung der österreichischen FTI-Politik, eine systematische Bewertung von Projekten und Programmen aus einer Umweltperspektive bestenfalls in Ansätzen festgestellt und noch nicht von einer „Durchdringung“ der FTI-Politik gesprochen werden kann. So sind auf Umweltwirkungen bezugnehmende Evaluierungen noch kaum etabliert. Die folgenden Abschnitte diskutieren die aus unserer Sicht größten Herausforderungen für die Evaluierung in der Beachtung von Umweltwirkungen im FTI-Kontext und stellen aussichtsreiche Ansätze zu ihrer Adressierung vor. Bevor näher auf die umweltspezifischen Herausforderungen eingegangen werden kann, gilt es aber zunächst zu klären, welche Wirkungen in welchem Kontext zu beachten sind, wenn der Blick auf ökologische Effekte gelegt werden soll.

3. WIRKUNGSDIMENSIONEN

Als vielschichtiges und komplexes Themenfeld gibt es keinen Konsens über Elemente und Dimensionen, die unter den Bereich „Umwelt“ fallen. Nach unserem Verständnis geht dieser Bereich über den umfassenden Umweltschutz hinaus und umfasst auch die Nachhaltigkeit bei der Nutzung von natürlichen Ressourcen (vgl. Bundesverfassungsgesetz über die Nachhaltigkeit, den Tierschutz, den umfassenden Umweltschutz, die Sicherstellung von Wasser- und Lebensmittelversorgung und die Forschung). Miedzinski et al (2013) schlagen diesbezüglich eine grobe Einteilung in vier besonders bedeutsame Umweltmedien vor, die oft getrennt voneinander beachtet werden: 1) erneuerbare und nicht-erneuerbare Materialien, 2) Wasser, 3) Landnutzung und 4) Treibhausgas- und Schadstoffemissionen. Die AutorInnen weisen zudem darauf hin, dass quer über diese Umweltmedien ein wichtiger Unterschied zwischen den aus menschlichen Aktivitäten resultierenden Umweltbe-

lastungen („pressures“) und Umweltwirkungen („impacts“) besteht. In Bezug auf Materialien, zum Beispiel, ist die Erfassung des Materialverbrauchs (=Umweltbelastung) nicht mit tatsächlicher Ressourcenknappheit (=Umweltwirkung) zu verwechseln. Materialverbrauch an sich stellt nicht zwingend ein Problem dar, solange die Umwelt Belastungen ausgleichen kann. Zugleich kann Materialverbrauch sehr unterschiedliche Umweltwirkungen verursachen, unabhängig von der Verfügbarkeit von materiellen Ressourcen.

Je nach Spezifikation der Programmziele ergibt sich für EvaluatorenInnen die zusätzliche Herausforderung, definieren zu müssen, welche konkreten Umweltmedien hinsichtlich eines bestimmten Handlungsfelds relevant sind. Bestehende und teils bereits etablierte Indikatorenrahmen können hier eine Referenz bieten, indem sie eine Vorauswahl an Umweltindikatoren für diverse Handlungsfelder definieren. Tabelle 1 zeigt einen Überblick ausgewählter Indikatorenrahmen mit starkem Umweltbezug. Abseits unterschiedlicher thematischer Schwerpunkte ordnen die jeweiligen Rahmen die Indikatoren unterschiedlich ein, wobei mehrere Logiken der Kategorisierung erkennbar sind:

- **Umweltmedien:** Ähnlich der oben genannten Kategorisierung von Miedzinski et al. (2013) findet man vor allem in den Indikatorenrahmen der Vereinten Nationen („SDG-Indikatoren“) und der Statistik Austria („Wie geht’s Österreich?“) mehrere nach Umweltmedien gegliederte Indikatoren. Letzteres enthält beispielsweise Indikatoren gegliedert nach Ressourcen, Klimawandel/Emissionen und Energie. So fallen z.B. unter Ressourcen drei Indikatoren: inländischer Materialverbrauch, Anteil an Bioflächen und Anteil an versiegelten Flächen.
- **Wirtschaftssektoren- und Gebiete:** Insbesondere im SDG-Indikatorenrahmen findet man ausgewählte Indikatoren für unterschiedliche Wirtschaftssektoren und -gebiete wie Mobilität, Landwirtschaft oder Städte.
- **Zeitlichkeit:** Der Indikatorenrahmen „How’s Life?“ der OECD sticht durch eine starke Gliederung nach der Zeitlichkeit der erwarteten Wirkungen hervor. Diese ergibt sich durch die Unterscheidung zwischen Wirkungen auf die derzeitige Lebensqualität sowie auf Ressourcen, die zukünftige Lebensqualität bestimmen.
- **Wertschöpfungskette:** Mit dem noch jungen Indikatorenrahmen der Europäischen Kommission für die Kreislaufwirtschaft wird verstärkt auf die unterschiedlichen Phasen entlang der Wertschöpfungsketten eingegangen. Indikatoren werden hier der Produktion, dem Konsum, dem Abfallmanagement und der Wiederverwendung von Ressourcen zugewiesen.

Bei umfassenden Indikatorenrahmen ist es durchaus üblich, dass mehrere Kategorisierungslogiken miteinander vermischt werden. So wird beispielsweise im Bereich Umwelt von „Wie geht’s Österreich?“ drei nach Umweltmedien gegliederten Bereichen (Ressourcen, Klimawandel/Emissionen, Energie) das Handlungsfeld Verkehr/Mobilität nebenangestellt. Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen werden somit sowohl auf nationaler, sektorübergreifender Ebene wie auch spezifisch für

¹ Eine umfassendere Orientierung an unterschiedlichen Zieldimensionen im Sinne der ökologischen, sozialen und ökonomischen Nachhaltigkeit ist durchaus charakteristisch für „transformative“ FTI-Politik (Schot & Steinmueller, 2018).

den Mobilitätsbereich erhoben. Was für das akademisch trainierte Auge verwirrend wirkt und die Aggregation erschwert, kann für EvaluatorInnen durchaus vorteilhaft sein, insoweit damit – der komplexen Realität entsprechend – unterschiedlichste Handlungsfelder abgedeckt werden.²

Tabelle 1: Ebenen der Kategorisierung von umweltbezogenen Handlungsfeldern in etablierten Indikatorenrahmen

| | How's Life? (OECD) | SDG Indicator Framework (Vereinte Nationen) | Wie geht's Österreich? (Statistik Austria) | Circular Economy Monitoring Framework (Europäische Kommission) |
|---|--------------------|---|--|--|
| Umweltmedien | X | X | X | |
| Wirtschaftssektoren- und Gebiete | | X | X | X |
| Zeitlichkeit | X | | | |
| Wertschöpfungskette | | X | | X |

Die Heranziehung von globalen Umweltindikatoren in der Evaluierung von konkreten FTI-Maßnahmen erweist sich allerdings oft als schwierig, da die Distanz zwischen der Forschungsleistung und der Umweltwirkung im Zuge der Anwendung sehr hoch sein kann; sowohl in zeitlicher und geographischer Hinsicht, wie auch in Anbetracht multidimensionaler weiterer Faktoren (siehe Miedzinski et al., 2013; Molas-Gallart et al., 2020). Eine Auseinandersetzung mit der konzeptionellen Fundierung von FTI-Maßnahmen anhand der Entwicklung von Interventionslogiken (oder Wirkungsmodellen im Falle einer theoriebasierten Evaluation) ist daher unabdinglich und zukünftig gezielt anzustreben. Zugleich müssen Attribution und die Effektivität bestehender Maßnahmen nicht zwingend im Vordergrund einer Evaluierung stehen. Der folgende Abschnitt geht auf konzeptionelle Bausteine ein, die zu diesen unterschiedlichen Zwecken entwickelt wurden.

4. KONZEPTIONELLE HERAUSFORDERUNGEN

Eine Interventions- bzw. Wirkungslogik zeigt die Erwartungen auf, wie eine getroffene Maßnahme entsprechende Wirkungen erzielen soll. Die Gliederung nach den fünf Elementen Input, Aktivitäten, Outputs, Outcomes und Impacts hat sich in der Evaluierungspraxis weitgehend etabliert. Wie bei den zuvor besprochenen Handlungsfeldern existieren auch in Bezug auf diese Elemente Versuche einer internationalen Vereinheitlichung in der Auswahl der Indikatoren. Hervorzuheben sind hier

der Global Cleantech Innovation Index, der ASEM Eco-Innovation Index und das im österreichischen Kontext besonders relevante Eco-Innovation Scoreboard. Letzteres führt drei bis vier Indikatoren für jede Ebene an, wobei Impacts lediglich in Relation zum Bruttoinlandsprodukt gemessen werden. Beispiele für Indikatoren entlang der Wirkungsstufen sind die staatlichen Ausgaben für umweltrelevante Forschung (Input), die Implementierung von nachhaltigen Produkten in Klein- und Mittelbetrieben (Aktivitäten), auf Ökoinnovationen bezogene Patente (Output), die Beschäftigung in den Bereichen Umweltschutz und Ressourcenmanagement (Outcome) und die Materialproduktivität (Impact).

Das Heranziehen solcher Indikatoren ist dann am sinnvollsten, wenn von einer stark linearen Wirkungskette ausgegangen werden kann. Tatsächlich klappt jedoch zwischen Leistungen wie der Anzahl von „grünen“ Patenten und den Beiträgen zur Lösung von Umweltproblemen oft eine große Lücke. Ein wichtiger Faktor sind hier beispielsweise die sogenannten Rebound-Effekte. Diese treten auf, wenn durch Innovationen erzielte Effizienzgewinne zugleich Verhaltensänderungen herbeiführen, die diese Gewinne (teilweise) wieder zunichtemachen. Solche Rückkoppelungen bedeuten einen klaren Bruch mit der linearen Logik einer Wirkungs- oder Kausalkette. Aus FTI-Perspektive sind Rebound-Effekte zudem besonders schwer zu berücksichtigen, da sie erst zutage treten, sobald sozioökonomische Veränderungen durch die Einführung innovativer Produkte oder Prozesse entstehen. Unterschiedliche Innovationen, verstanden als durchgesetzte Inventionen, sind jedoch mehr oder weniger für Rebound Effekte anfällig. So ist sich laut Henry et al. (2021) die wissenschaftliche Literatur darin überwiegend einig, dass derartige Effekte eher durch disruptive anstatt inkrementeller Innovationen nied-

² Die Forschungs- und Innovationstätigkeiten selbst stellen ein Handlungsfeld dar, das in solchen Indikatorenrahmen nicht abgedeckt ist. Einige österreichische Universitäten haben bereits damit begonnen, ihre Klimabilanz zu berechnen, und die meisten haben sich auch zum Ziel gesetzt, klimaneutral zu werden (Getzinger et al., 2019). Darüber hinaus wurde im Rahmen des bereits genannten Austrian Climate Research Programme klimafreundliche Forschung in die Auswahlkriterien mitaufgenommen. Damit wird anerkannt, dass der FTI-Bereich selbst einen signifikanten Beitrag zur Lösung von Umweltproblemen leisten kann. In diesem Sinne sollten Evaluierungen nicht nur umweltbezogene FTI adressieren, sondern auch in Betracht ziehen, wie umweltfreundlich FTI-Aktivitäten selbst sind. Die quantitative Erfassung dieser Umweltwirkungen, sofern entsprechende Daten erhoben werden können, sollte dabei keine große Hürde darstellen.

rig gehalten werden können, und koordinierte Maßnahmen sowohl auf Produktions- wie auch Konsumseite am vielversprechendsten sind. EvaluatorInnen können hier auf den Ergebnissen einer Studie von Seebauer et al. (2020) aufbauen, in der ein Indikatorensystem für die Erfassung und Antizipation von Rebound-Effekten bei Mobilitätsinnovationen entwickelt wurde.

Der Sachverhalt der Rebound-Effekte verweist auf die allgemeinere Problematik, dass die Erzielung positiver Umweltwirkungen nur schwer (wenn überhaupt) auf Basis einzelner Innovationen in Produkten oder Prozessen erreicht werden kann. In der einschlägigen Literatur zu Innovationsprozessen herrscht mittlerweile Konsens darüber, dass wissenschaftlicher und technologischer Fortschritt tiefgreifender Veränderungen auf einer *systemischen* Ebene bedarf (Soete, Verspagen, & ter Weel, 2010). Die Popularität von systemtheoretischen Ansätzen ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass sie relativ einfache und intuitive Aussagen über komplexe Sachverhalte erlauben und damit gut für die Schnittstelle von Wissenschaft und Politik geeignet sind, zugleich aber diese Sachverhalte gut strukturieren, ohne allzu grob zu simplifizieren (Magro & Wilson, 2013). Zudem erlauben solche Ansätze gerade in Bezug auf Umweltdynamiken einen leichteren interdisziplinären Austausch mit NaturwissenschaftlerInnen, wo systemtheoretische Konzepte fest verankert sind (woraus beispielsweise die eingangs erwähnten Kippunkte abgeleitet werden).

Aus einer systemtheoretischen Sicht kann eine Orientierung an quantitativen Indikatoren und kurzfristigen Erfolgen in der Erzielung von Umweltwirkungen, wie auch ein übermäßiger Fokus in der Evaluierung auf Rechenschaftslegung (accountability), sich über einen längeren Zeitraum als kontraproduktiv erweisen (Janssen et al., 2020). Vielmehr gilt es zur Erreichung einer höheren Hebelwirkung jene Systemelemente zu adressieren, die zur Stabilisierung bestehender Dynamiken beitragen. Entscheidend dafür sind zum einen diverse Interaktionseffekte (wie Rebound-, Spillover- oder Netzwerkseffekte), die durch das Zusammenspiel unterschiedlicher Akteure und Organisationen (z.B. ergänzt um soziale Innovationen) entstehen und systemische „Lock-ins“ erzeugen können. Zum anderen wird vor allem im Nachhaltigkeitskontext anerkannt, dass Systeme wie die Sektoren Mobilität oder Energie zudem jeweils spezifische, mehr oder weniger fest verankerte Handlungsregeln aufweisen, die Innovationen eine Richtung vorgeben und damit mögliche Alternativen ausschließen können (Geels, 2004).

Eine systemische Analyse in Evaluationen kann auf Vorarbeiten aufbauen, in denen konkrete Komponenten aus etablierten Theorien von Nachhaltigkeitstransitionen abgeleitet werden (für Übersichten, siehe Boni, Giachi & Molas-Gallart, 2019; Molas-Gallart et al., 2020). Diese sollten von der FTI-Politik adressiert und in Evaluationen berücksichtigt werden. Die Kernherausforderung für EvaluatorInnen besteht in der Formulierung eines Ansatzes, der systemische Effekte auf unterschiedlichen Ebenen berücksichtigt und zugleich den Beitrag von FTI-politischen Maßnahmen zu ihrer Veränderung aufzeigen kann. Einige der bestehenden Ansätze führen eine Reihe von Komponenten an, die als kritisch für ein Produktions-Konsumptions-System erachtet werden. Miedzinski et al. (2013), zum Beispiel, führen fünf Bereiche an: Wissensgenerierung und Lernsystem („knowledge generation and learning system“), Politik, Regulierung und Governance („policy, regulation and governance system“), soziale Praktiken und Konsummuster („social practice and consumption patterns“), Produktionssysteme und Geschäftsmodelle („production system and business models“) und technische Infrastrukturen und gebaute Umwelt („technical infrastructures and built environment“).

Wie an diesem Beispiel ersichtlich, bleibt das Abstraktionsniveau allerdings sehr hoch, wobei je nach Ansatz die Auswahl unterschiedlich stark theoretisch fundiert sein kann. Zugleich garantiert selbst ein hohes Abstraktionsniveau nicht, dass alle wichtigen Aspekte abgedeckt werden. Die Organisation bzw. das Management von Reststoffen und Prozessen der Wiederverwertung werden beispielsweise unserer Ansicht nach in der Auswahl von Miedzinski et al. (2013) nicht ausreichend berücksichtigt. Auch wichtige Querschnittsthemen wie der Umgang mit Risiken und Verteilungswirkungen sollten in die Analysen integriert werden (siehe Tabelle 2). Je nach Handlungsebene (Mikro, Meso, Makro) muss das Abstraktionsniveau zudem an die jeweils relevanten Kompetenzen, Aufgaben und Ziele des Evaluationsgegenstands angepasst werden. Eine besondere konzeptionelle Herausforderung, vor allem in Bezug auf FTI-Maßnahmen, liegt hier oft in der Abgrenzung des Evaluationsgegenstands und dem Gesamtsystem.

Aus der Sicht der Evaluierung stellt sich weiters die Frage, ob diverse Systemkomponenten horizontal zueinanderstehen und mit der gleichen Priorität zu behandeln sind. Der Mangel an Kriterien für die Auswahl der wichtigsten, ggf. zu priorisierenden Interventionspunkte bleibt somit ein Schwachpunkt in der Innovationsliteratur (Kanger, Sovacool & Noorköiv, 2020). Ein in diesem Sinne alternativer, vielleicht auch komplementärer Ansatz zu den obengenannten, ist der sogenannte „Leverage-Points-Ansatz“, der auf den systemtheoretischen Arbeiten von Meadows (1999) beruht. Dieser Ansatz schlägt eine klare Hierarchie von zehn generischen Interventionspunkten vor, die in absteigender Reihenfolge in vier Kategorien eingeteilt werden: Intent, Design, Feedbacks und Parameter. Unter „Intent“ werden Aspekte wie gesellschaftspolitische Ziele, Mindsets und Paradigmen sowie Kräfte zur Überwindung vorherrschender Paradigmen verstanden. „Design“ subsumiert Aspekte wie Informationsstrukturen, Spielregeln und Ansätze zum Systemwandel. „Feedbacks“ bezieht sich auf Aspekte wie negative Feedbackschleifen, Verzögerungen und Reibungsverluste im Systemwandel sowie soziale Profite im Zusammenhang mit positiven Feedbackschleifen. Unter „Parameters“ schließlich versteht man Konstanten, Puffer, sowie die Struktur von Materialbeständen und Materialflüssen. Punkte, die in der Hierarchie auf einer höheren Ebene lokalisiert werden, sind systemisch tiefgreifender und damit schwierig zu verändern, aber weisen selbst bei kleinen Veränderungen eine relativ hohe Hebelwirkung auf. Auf Basis dieser Hierarchie können somit qualitative Bewertungen der systemischen Orientierung von politischen Maßnahmen unternommen werden.

Erste Anwendungen in Handlungsfeldern wie Städten (Angheliou & Tennant, 2020) oder Energie und Nahrungsmittel (Dorninger et al., 2020) konnten auf dieser Basis aufzeigen, dass bestehende Maßnahmen hinsichtlich ihrer systemischen Orientierung deutlich hinter ihren Ansprüchen zurückfallen. Für sich genommen kann der Leverage-Points-Ansatz allerdings bestenfalls einen Beitrag für umfassende Evaluationen von FTI-politischen Maßnahmen leisten. Dabei gilt es noch herauszuarbeiten, wie dieser in eine (zukünftige) Wirkungslogik integriert werden kann. So vermeintlich simpel wie hierarchische und horizontale Ansätze alleinstehend aufgebaut sein mögen, bringt ihre Verknüpfung erhebliche Herausforderungen mit sich, nicht zuletzt was die Veranschaulichung anbelangt. Oft ist es gerade der Zwang zur zweidimensionalen Veranschaulichung, der eine solche Verknüpfung erschwert. Eine vielleicht einfachere Lösung dieses Dilemmas wird von Kieft, Harmsen und Hekert (2020) verfolgt, indem sie die Logik des Hebelpunktansatzes für die Hierarchisierung der Komponenten von technologischen Innovationssystemen heranziehen.

Tabelle 2: Wirkungsebenen mit beispielhaften Indikatoren

| Wirkungsebenen | Indikatoren | Querschnittsdimensionen |
|---|---|--|
| Inputs & Outputs der F&E- & Innovationsphasen <ul style="list-style-type: none"> Budgets / Ausgaben Kapazitätsänderung (FuE-Fähigkeiten, Verhaltensänderungen) Produkte, Dienstleistungen, Prozesse | z.B. <ul style="list-style-type: none"> Ausgaben für umweltrelevante Forschung & Entwicklung Akademische Publikationen mit Umweltbezug Grüne Patente | |
| Sozio-ökonomische Effekte <ul style="list-style-type: none"> Produktion & Geschäftsmodelle Konsum & soziale Praktiken Management von Reststoffen/Reuse Technische Infrastruktur & Bauten Wissensgenerierung & Lernen Governance & Regulation/Standards | z.B. <ul style="list-style-type: none"> Energie-, Wasser- und Materialinput in der Wertschöpfungskette (Anteil von Sekundärrohstoffen am Materialinput, Recyclingrate, Energie- und Wasserintensität) Marktanteil von Öko-Produkten / Öko-DL Kapazitätsentwicklung von Humanressourcen Investitionen in energie- & ressourcenschonendere Infrastruktur Änderung von Normen/Standards/Gesetze zur Ermöglichung von Öko-Innovationen Diffusion von Öko-Innovationen Soziale Praxis - Zeitbudgets | <ul style="list-style-type: none"> Verringerung von Risiken Verteilungswirkungen Skalierung (Mikro-, Meso-, Makroebene) |
| Umweltbelastungen <ul style="list-style-type: none"> Materialverbrauch Wassernutzung Landnutzung Emissionen in Luft, Wasser und Böden | z.B. <ul style="list-style-type: none"> Materialverbrauch, Schadstoffkonzentration, Kosten der Reinigung Wasserverbrauch, Schadstoffkonzentration, Kosten der Reinigung Landkonversionsrate, Erosion, Fertilität, Kosten der Regeneration Diverse Ressourcenproduktivitäts- und Fußabdruck-Indikatoren als Maß für Knappheit THG-Emissionen | |
| Umweltwirkungen Ökosysteme und Biodiversität <ul style="list-style-type: none"> Personen (Gesundheit, Erholungswert) Natürliche Ressourcen Physische Artefakte (menschengemachte Umwelt) | z.B. <ul style="list-style-type: none"> Entwicklung der Biodiversität Wohlfahrt von Tieren & bedrohte Tierarten Todesfälle aufgrund von Luftverschmutzung Veränderung von Lebensräumen Versicherungskosten gegen negative Umwelteffekte | |

Quelle: Eigene Darstellung (ausgehend von Miedzinski et al., 2013)

Die in diesem Abschnitt diskutierten, konzeptionellen Bausteine für EvaluatorInnen sind besonders gut geeignet für die Unterstützung von Lernprozessen bezüglich der Wirkungs- und Interventionslogik von FTI-politischen Maßnahmen, können aber je nach Kontext und konkreter Ausgestaltung auch für die Attribution von Wirkungen zu spezifischen Maßnahmen herangezogen werden. Diesbezüglich werden in der Literatur unterschiedliche Ansätze für die Gestaltung von Evaluierungen verfolgt, von stark theorie-basiert bis zu handlungsweisend (siehe Boni et al., 2020). Der folgende Abschnitt geht komplementär zur bisherigen Diskussion auf die methodischen Herausforderungen und Bausteine ein.

5. METHODISCHE HERAUSFORDERUNGEN

Welche methodischen Herausforderungen ergeben sich durch die Berücksichtigung von Umweltkriterien und der systemischen Orientierung von Politikmaßnahmen und damit deren Evaluierung? Und was kann die FTI-Evaluierung diesbezüglich anbieten?

Es lässt sich vorweg festhalten, dass die bisherigen Beiträge relativ gering sind. Dies kann nicht nur auf einen schwach ausgeprägten Fokus einer ernsthaften Untersuchung von Umweltwirkungen aufgrund der

Präferenz von Politik und Institutionen, sondern auch auf methodische Gründe zurückgeführt werden.

Einerseits wird nur in Ausnahmefällen bereits im Design von Maßnahmen (z.B. Förderprogramme für F&E, Bewusstseinsbildung, Schulungen, Wissenstransfer) anhand von gut durchdachten Interventions- bzw. Wirkungslogiken das mögliche Wirkungsspektrum aufgezeigt (sowie der nachgelagerten Indikatoren), obwohl ein detailliertes Verständnis der Wirkungslogik essenziell zur Gestaltung von effektiven Maßnahmen ist (und in den Köpfen der handelnden Personen zumindest ansatzweise existiert). Anstatt dessen gibt es eher die Tendenz zu schlanken Indikatorensets, auch um institutionelle Überprüfungen im Zuge der wirkungsorientierten Haushaltsführung sowie von Kontrollorganen wie den Rechnungshof nicht ‚ausfern‘ zu lassen. Bislang wäre es schmerzlich, die nötige Information in einem Monitoring oder bei Evaluierungen auf Basis einer validen Methodik bzw. einem vertretbaren Aufwand darzustellen.

Aber auch von Agenturseite wird eine gewisse Zurückhaltung nahegelegt, wenn es darum geht, dass die FördernehmerInnen zur Erfassung von Umweltdaten nur für das FTI-Monitoring verpflichtet werden sollen. Einerseits spricht dies eine Belastungsgrenze von FördernehmerInnen hinsichtlich administrativer Nebentätigkeiten in Forschungsprojekten an, andererseits geht es auch um die oft mangelnde Validität der Abschätzung von Umwelteffekten im Zuge von Forschungsprojekten, die mitunter noch relativ weit von einer konkreten Anwendung mit seinen vielfältigen Kontexten entfernt sind. Die Förderagenturen beobachten jedoch die Entwicklung zum Nachhaltigkeitsreporting (zB GRI, SASB) und der EU (zB Non Financial Disclosure Regulation (NFRD), Taxonomy on Sustainable Finance) und werden diese, soweit passend, auch in ihren Instrumenten adressieren.

Diese Diskussion hat Auswirkungen auf das Anspruchsniveau und die Ebene der Analyse, die mit der Berücksichtigung von Umwelteffekten verbunden sind:

Auf der Mikroebene, also im Zuge der Projektauswahl (Festlegung von Förderkriterien, Ausgestaltung des Bewertungsprozesses) und direkt bei den FördernehmerInnen, geht es einerseits darum, Projekte mit potenziell größeren, negativen Umweltwirkungen auszusortieren, da es keine Begründung dafür gibt, wieso derartige Projekte mit öffentlichen Mitteln unterstützt werden sollten. Darüber hinaus ist der größte Mehrwert wahrscheinlich dort zu finden, wo radikalen Innovationen mit potenziell sehr großen Umwelteffekten der Vorzug gegenüber inkrementellen Innovationen gegeben wird. Aufgrund der heterogenen Struktur der Informationsbasen für wirtschaftliche, gesellschaftliche und ökologische Effekte wird eine Ex-Ante-Festlegung einer Ausgangsbasis für eine spätere Evaluierung umso wichtiger werden.

Bei den FördernehmerInnen stiftet man möglicherweise die größte Hebelwirkung, wenn man sicherstellt, dass potenzielle Umwelteffekte bereits in der Ideenphase, dem Forschungsprozess, sowie beim Transfer in die spätere Anwendung mitberücksichtigt werden. Entlang dieser Prozesskette gibt es viele Entscheidungen, die einen Unterschied machen können. Analog dazu kann man die vielfältigen Anwendungen und Effekte im Zuge der Digitalisierungsschritte unserer Wirtschaft und Lebensbereiche heranziehen. Dieser Hebel liegt somit in der Ausgestaltung der Antragsphase, der Begleitung und Berichtslegung und jener der Anschlussfinanzierung von Projekten.

Exkurs: Im Jahr 2014 wurden das UBA und die AIT mit dem Projekt „methodische Grundlagen für ein indikatorenbasiertes ex-ante Impact Assessment von energie- und mobilitätsrelevanten FTI-Förderprogrammen des BMVIT“ beauftragt. Das Projekt hatte zum Ziel, zwei FTI politische Programme („Energieforschung 2020“ und „Mobilität der Zukunft“) hinsichtlich ihrer zukünftigen Wirkung zu analysieren – und, wenn möglich – die Wirkung quantitativ abzuschätzen. Dies wurde unter anderem durch die seit Beginn 2013 geltende Verordnung zur wirkungsorientierten Folgenabschätzung (BGBl. II Nr. 489/2012) notwendig. Insbesondere sollten anhand der Programme Möglichkeiten aber auch Grenzen des ex-ante-Impact-Assessment von FTI-politischen Instrumenten im Hinblick auf Umweltindikatoren aufgezeigt werden. Dabei wurde nahegelegt, dass aufgrund der komplexen Wirkungszusammenhänge und der hohen Ungewissheit über zukünftige Entwicklungen hinsichtlich einer Vielzahl externer Faktoren, ein quantifizierter Beitrag der FTI-Politikmaßnahmen im Rahmen dieses Projekts nicht abgeschätzt werden konnte. Es fehle an wissenschaftlicher Methodik für eine Evaluierung wofür gegebenenfalls ein hoher modelltechnischer Aufwand erforderlich wäre.

Auf Meso- und Makroebene sind detailliertere Analysen mit aufwändigeren Methodensets jedenfalls angebracht. Hier könnte man mit einem Perspektivenwechsel durchaus aus einem Mix von quantitativen (Stichwort: Datenverfügbarkeit) und qualitativen Analysen unter anderem auch anhand systematischer Prozessanalysen Wirkungsstränge ex-post aufgearbeitet werden. Ausgehend von real beobachteten Effekten könnten damit Rückschlüsse auf Kausalitäten nachgezeichnet werden, die Einsichten auf die vielfältige Rolle des FTI-Systems sowie anderer Rahmenbedingungen liefern. Derartige Analysen sind für Österreich bislang kaum bekannt.

Der Einbezug von Umwelteffekten in die FTI-Politikanalyse verstärkt auf methodischer Ebene, was die FTI-Community bereits seit längerem anmerkt. Die Verfügbarkeit und Kombinierbarkeit von Sekundär-Datensätzen ist derzeit beschränkt, und wird sich mit der Ergänzung um Umweltdaten noch verschärfen. Dies ist jedenfalls im Rahmen der Reform des Statistikgesetzes zu berücksichtigen, benötigt aber auch zusätzliche, institutionelle Maßnahmen. Die in diesem Zusammenhang zu stellenden Fragen lauten in etwa:

- Welche spezifische Expertise ist in Bezug auf die Untersuchung von Umweltwirkung erforderlich? Inwieweit ist diese bereits vorhanden bzw. wie ist sie derzeit verteilt?
- Welche Daten sind entlang eines angedachten Wirkungsstranges erforderlich?
- Welche Sekundärdaten sind verfügbar? Wie sind diese kombinierbar? (z.B. sektorspezifische Daten auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene, Patentanmeldungen in Umwelttechnologien (gemäß OECD), CO₂-Emissionen nach Sektor auf nationaler Ebene, Abfall, Anteil Wiederverwertung von Rohstoffen, etc.)
- Welche Daten werden bereits routinemäßig erhoben (z.B. grüne Patente, SDG-Attribution)?
- Wie geht man mit der Lücke zwischen projektbezogenen Daten und aggregierten Daten auf nationaler Ebene um? Welche methodischen Konsequenzen ergeben sich daraus?

- Wie ist eine Plausibilisierung der Angaben der FörderwerberInnen durch ExpertInnen in der Jury-Bewertung umzusetzen (teilweise sind fachspezifische Qualifikationen, z.B. im Bereich digitale Technologien, nicht hinreichend um Umweltwirkungen zu beurteilen)? Reichen semi-quantitative Einschätzungen?
- Nachdem die oben genannten Quellen bestmöglich abgedeckt sind: Welche Daten können FörderwerberInnen sinnstiftend in welcher Form liefern, unter der Prämisse, dass diese valide Informationen liefern können und nicht mit Anforderungen überfrachtet werden sollen?
- Neben der Datenerhebung und Monitoring geht es ebenfalls um die Begleitung, Feedback und einen systemischen Lernprozess. Hier stellt sich die Frage, wie ein derartiger Lernprozess ausgestaltet sein soll und welche Rolle NutzerInnen und andere relevante Stakeholder darin spielen – speziell, wenn systemische Transition (Schot & Steinmueller, 2018) das Ziel darstellt? Soll eine Evaluierung folglich begleitend angelegt sein (siehe Kaufmann et al., 2014)?

Als eine relevante Randbedingung auf europäischer Ebene sollte noch berücksichtigt werden, dass mit der Non-Financial Disclosure Regulation und der Taxonomy on Sustainable Finance ab 2022 zwei EU-Verordnungen in Kraft treten werden, die Großunternehmen und Banken zu umfangreichen Datenerfassungen hinsichtlich ihrer Klimarelevanz verpflichten. Weitere Umweltdimensionen und soziale Aspekte folgen in einem zweiten Schritt, womit möglicherweise auch kleinere Unternehmen adressiert werden. Damit entwickeln sich auch (neue) Reporting- und Zertifizierungssysteme, auf deren Informationsgrundlagen auch in Evaluierungen aufgebaut werden könnte.

Auf globaler Ebene ist insbesondere die Initiative zu einem ‚Sustainability Reporting‘ anhand von Standards der Global Reporting Initiative (GRI) sowie dem Sustainability Accounting Standards Board (SASB) zu erwähnen. In Österreich hat die Finanzmarktaufsicht (2020) einen Bericht vorgelegt, in dem auf Basis eines Leitfadens zum Umgang mit Nachhaltigkeitsrisiken ein Indikatorenset auf Unternehmensebene entwickelt wird, das die Exponiertheit von Unternehmen im Finanzsektor hinsichtlich Klimarisiken aufzeigt.

Ein besserer Datenzugang alleine kann allerdings die Probleme, welche durch mögliche Wechselwirkungen und Interaktionseffekte wie obengenannte Rebound-Effekte verursacht werden, nicht ausreichend adressieren. Über quantitative, wie z.B. ökonomische, Methoden hinaus, verschärft sich daher die Notwendigkeit auch qualitativ-kausale Methoden stärker zum Einsatz zu bringen. Diese könnten beispielsweise strukturell-kausale Modelle (SCM) und die Nutzung von Graphen umfassen, wodurch direkte und indirekte Zusammenhänge (siehe Pearl et al 2016) beschrieben werden und sich in ökonomisch-kausale Ansätze überführen lassen. Um auch Veränderungsprozesse unter Berücksichtigung solch nicht-linearer Dynamiken besser verstehen zu können, bieten sich beispielsweise qualitative Modellierungen von Systemdynamiken an (z.B. Boons et al., 2021).

6. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSSICHT

Die in diesem Beitrag aufgezeigten Prozesse einer Ökologisierung der österreichischen FTI-Politik stellen die Evaluierungspraxis vor erhebliche Herausforderungen. In Bezug auf konzeptionelle Fragestellungen lassen sich diese wie folgt zusammenfassen:

- Die Distanz zwischen Forschungsleistung und Umweltwirkung erschwert Schlussfolgerungen über kausale Zusammenhänge erheblich. Leichter ist der Zusammenhang von konkreten Investitionsentscheidungen und Umweltwirkungen herzustellen.
- Es besteht ein Missverhältnis zwischen der Komplexität systemisch orientierter FTI-politischer Maßnahmen und der Komplexität, die in Wirkungsmodellen üblicherweise dargestellt wird und teilweise auch dargestellt werden kann. Damit bleibt die Frage offen, welche konkreten Umweltwirkungen in einem gegebenen Handlungsfeld zu beachten sind, bzw. wo die Grenze der Betrachtung gezogen werden soll.

Wie die vorangegangenen Abschnitte auf Basis einer Auswahl von konzeptionellen Rahmen und Indikatorensets aufgezeigt, existieren bereits diverse Ansätze und Überlegungen, wie diese Herausforderungen angegangen werden können. Ein fortlaufender Austausch zwischen den FTI-relevanten Stakeholdern mit neuen TeilnehmerInnen mit Umweltkompetenz wird nötig sein, um diese Ansätze in Spiegelung der oben erwähnten EU und internationalen Initiativen weiterzuentwickeln.

Ein Teil der Hürden für EvaluatorInnen sind darauf zurückzuführen, dass die Ökologisierung von FTI-politischen Maßnahmen noch nicht standardmäßig in die Leistungsbeschreibungen (Terms of Reference) und Methoden der Datenerhebung vorgedrungen ist. Damit fehlt es sowohl an Anreizen wie auch an essenziellen Grundlagen für umfassende Analysen von Umweltwirkungen. Um solche Analysen zu ermöglichen, sind zudem spezifische Kompetenzen erforderlich, die über rein technologische Fragestellungen hinausgehen.

Grundsätzlich ist bereits bei der Konzeption einer Maßnahme wie z.B. einem Förderprogramm anzusetzen, indem eine klare Vorstellung von der Interventions- bzw. Wirkungslogik entwickelt wird, die nicht nur direkte und indirekte beabsichtigte Effekte, sondern auch mögliche nicht-intendierte Nebeneffekte thematisiert.

In einem nächsten Schritt ist die Programmabwicklung daraufhin zu prüfen, welche Kriterien zur Projektauswahl und sonstige Informationen zur unmittelbaren Steuerung (Monitoring) sowie für eine spätere Evaluierung wann und wo nötig sind. So hat z.B. jede Jury zur Projektauswahl eine Selektion förderwürdiger Projekte vorzunehmen, die anhand eines vorausgewählten Sets an Kriterien erfolgt. An dieser Stelle werden die Weichen gestellt, ob mit dem Programm auf Outcome- und Impact-Ebene die gewünschten Effekte erzielt werden. In einem gewissen Ausmaß werden aber nicht nur die festgelegten Kriterien die Projektauswahl beeinflussen, sondern auch die Zusammenstellung der beurteilenden Jury. Auch dies gilt es zu reflektieren.

Programmmanagement, Monitoring und Evaluation könnten sehr davon profitieren, wenn es klare Verbindungen zwischen der Ebene der Programmziele, der Auswahlkriterien, dem Monitoring während der Projektumsetzung sowie der Wirkungen aufgrund der Umsetzung der Projektergebnisse gäbe. Ein derart durchgängiges Design ist manchmal sogar noch für angestammte (FTI-)Indikatoren eine Herausforderung,

und jedenfalls noch hinsichtlich Umwelteffekten unterentwickelt. Diese Herangehensweise kann die Schlüssigkeit von Indikatorensystemen noch substantiell erhöhen.

Im Kontext der zunehmend systemischen Orientierung wichtiger Förderinstrumente, wo Unsicherheiten und die Notwendigkeit begleiteter Lernprozesse gegenüber der Rechenschaftslegung stärker ins Gewicht fallen, bedarf es außerdem einer flexibleren Einbindung von EvaluatorenInnen (vgl. van Mierlo et al., 2010) bzw. flexiblerer Evaluierungszugänge, wie sie beispielsweise die ‚development evaluation‘ postuliert (Lam & Shulha, 2015; Patton, 1994). Bestrebungen, die Expertise von EvaluatorenInnen für die Gestaltung der Instrumente und Programme – vor und während der Umsetzung – zur besseren Zielerreichung heranzuziehen, sind in diesem Sinne begrüßenswert. So gab das Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie zuletzt eine begleitende Studie in Auftrag, im Rahmen dessen ein umfassendes „Wirkungserreichungsmonitoring“ für das missionsorientierte Programm „Mobilität der Zukunft“ entwickelt werden soll. Dieses wird unter Einbindung von FördergeberInnen und FördernehmerInnen entwickelt und soll über das Förderprogramm hinaus eine konzeptionelle Grundlage für vergleichbare FTI-Programme bilden.

Zu guter Letzt möchten die AutorInnen noch das Verhältnis von FTI-Politik mit Umweltpolitik thematisieren, wobei ersteres schwerpunktmäßig durch die Missionsorientierung in Verbindung mit einer systemischen Herangehensweise zur Unterstützung der Realisierung die größten Potenziale haben dürfte. Darüber hinaus eindeutig noch wirkungsmächtigere Instrumente stellen Adaptionen im Steuer- und sonstigen Regulierungssystem dar, damit das Innovationsverhalten einer Volkswirtschaft in die richtigen Bahnen gelenkt werden. Dies kann FTI-Politik alleine nicht leisten.

REFERENZEN

Angheliou, C., & Tennant, M. (2020). Urban futures: Systemic or system changing interventions? A literature review using Meadows' leverage points as analytical framework. *Cities*, 104, 102808.

Boons, F., Doherty, B., Köhler, J., Papachristos, G., & Wells, P. (2021). Disrupting transitions: Qualitatively modelling the impact of Covid-19 on UK food and mobility provision. *Environmental Innovation and Societal Transition*, 40, 1-19.

Boni, A., Giachi, S., & Molas-Gallart, J. (2019). Towards a framework for transformative evaluation policy. TIPC Research Report, April 2019. INGENIO und SPRU.

Dorning, C., Abson, D. J., Apetrei, C. I., Derwort, P., Ives, C. D., Klaniacki, K., Lam, D. P. M., Langsenlehner, M., Riechers, M., Spittler, N., von Wehrden, H. (2020). Leverage points for sustainability transformation: a review on interventions in food and energy systems. *Ecological Economics*, 171, 106570.

Ecker, B. et al. (2021). Österreichischer Forschungs- und Technologiebericht 2021. Lagebericht gem. § 8 (1) FOG über die aus Bundesmitteln geförderte Forschung, Technologie und Innovation in Österreich. Studie im Auftrag der österreichischen Bundesregierung, Wien.

FMA (2020). FMA-Leitfaden zum Umgang mit Nachhaltigkeitsrisiken. Finanzmarktaufsicht, Wien.

Geels, F. W. (2004). From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research Policy*, 33(6-7), 897-920.

Getzinger, G., Schmitz, D., Mohnke, S., Steinwender, D., & Lindenthal, T. (2019). Treibhausbilanz von Universitäten in Österreich. *GAIA*, 28(4), 389-391.

GRI and SASB (2021). A Practical Guide to Sustainability Reporting Using GRI and SASB Standards. Amsterdam and San Francisco.

Henry, M., Schraven, D., Bocken, B., Frenken, K., Hekkert, M., & Kirchherr, J. (2021). The battle of the buzzwords: A comparative review of the circular economy and the sharing economy concepts. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 38, 1-21.

IPCC (2019). Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (Hrsg.)]. Genf: World Meteorological Organization.

Janssen, M., Torrens, J. C. L., Wesseling, J., Wanzenböck, I., & Patterson, J. (2020). Position paper: Mission-oriented innovation policy observatory, Utrecht University.

Kanger, L., Sovacool, B. K., & Noorköiv, M. (2020). Six policy intervention points for sustainability transitions: A conceptual framework and a systematic literature review. *Research Policy*, 49, 104072.

Kaufmann, P. Fischl, I., & Sheikh, S. (2014). Die Rolle von begleitender Evaluation und Begleitforschung in der FTI-Politik: Eine Bestandsaufnahme. *fteval Journal for Research and Technology Policy Evaluation*, 40, 20-26.

Kieft, A., Harmsen, R., & Hekkert, M. P. (2020). Toward ranking interventions for Technological Innovation Systems via the concept of Leverage Points. *Technological Forecasting & Social Change*, 153, 119466.

Kulmer, V., Seebauer, S. und Fruhmann, C. (2020). Wie können Widersprüche zwischen Marktdurchdringung und Rebound-Vermeidung gelöst werden? Systemanalyse konvergenter und divergenter Einflussfaktoren an den Beispielen E-Auto und Gebäudesanierung. *fteval Journal for Research and Technology Policy Evaluation*, March 2020, Vol. 50, pp. 51-59. DOI: 10.22163/fteval.2020.470

Lam, C., & Shulha, L. (2015). Insights on using developmental evaluation for innovating: A case study on the cocreation of an innovative program. *American Journal of Evaluation*, 36(3), 147-169.

Lenton, T. M. (2013). Environmental Tipping Points. *Annual Review of Environment and Resources*, 38, 1-29.

Magro, E., & Wilson, J. R. (2013). Complex innovation policy systems: Towards an evaluation mix. *Research Policy*, 42(9), 1647-1656.

Meadows, D. (1999). *Leverage Points: Places to Intervene in a System*. Hartland, VT: The Sustainability Institute.

Miedzinski, M., Alinsson, R., Arnold, E., Harper, J. H., Doranova, A., Giljum, S., Griniece, E., Kubeczko, K., Mahieu, B., Markandya, A., Peter, V., Pleog, M., Stasiakowska, A., & van der Veen, G. (2013). Assessing Environmental Impacts of Research and Innovation Policy. Studie für die Europäische Kommission, Directorate-General for Research and Innovation, Brussels.

Molas-Gallart, J., Boni, A., Schot, J., & Giachi, S. (2020). A formative approach to the evaluation of Transformative Innovation Policy, TIPC Working Paper, TIPCWP 2020-01.

Patton, M. Q. (1994). Developmental evaluation. *American Journal of Evaluation*, 15, 311-319.

Pearl J., Glymour M., & Jewell N.P. (2016). *Causal Inference in Statistics*. New Jersey: Wiley.

Schot, J. & Steinmueller, E. W. (2018). Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. *Research Policy*, 47(9), 1554-1567.

Seebauer, S., Fruhmann, C., Kulmer, V., Soteropoulos, A., Berger, M., Getzner, M., & Böhm, M. (2018). Dynamik und Prävention von Rebound-Effekten bei Mobilitätsinnovationen. Bericht an das BMVIT im Rahmen des Programms Mobilität der Zukunft.

Soete, L., Verspagen, B., & ter Weel, B. (2010). Systems of Innovation. In B. H. Hall & N. Rosenberg (Hrsg.), *Handbook of the Economics of Innovation* (S. 1159-1180). Amsterdam: Elsevier.

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, A. M., Biggs, R., Carpenter, S. R., de Vries, W., de Wit, C. A., Folke, A., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G. M., Persson, L. M., Ramanathan, V., Reyers, B., & Sörlin, S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347, 1259855.

Van Mierlo, B., Regeer, B., van Amstel, M., Arkesteijn, M., Beekman, V., Bunders, J., de Cock Buning, T., Elzen, B., Hoes, A.-C., & Leeuwis, C. (2010). *Reflexive Monitoring in Action: A guide for monitoring system innovation projects*. Wageningen, Amsterdam: Communication and Innovation Studies, Athena Institute.

Weber, K. M., & Polt, W. (2014). Assessing mission-oriented R&D programs: Combining foresight and evaluation. *fteval Journal for Research and Technology Policy Evaluation*, 39, 5-10.

Weber, K. M., & Rohracher, H. (2012). Legitimizing research, technology and innovation policies for transformative change: Combining insights from innovation systems and multi-level perspective in a comprehensive 'failures' framework. *Research Policy*, 41(6), 1037-1047.

AUTOR:INNEN

HARALD WIESER

[KORRESPONDENZ]

KMU Forschung Austria

Gußhausstraße 8

1040 Wien

Tel: +43 1 5059761 - 27

E: h.wieser@kmuforschung.ac.at

ORCID: 0000-0002-5066-4214

PETER KAUFMANN

KMU Forschung Austria

Gußhausstraße 8

1040 Wien

Tel: +43 1 5059761 - 31

E: p.kaufmann@kmuforschung.ac.at

PHILIPP BRUNNER

Industriewissenschaftliches Institut (IWI)

Mittersteig 10/4

1050 Wien

Teil.: +43 1 513 44 11 2060

E: brunner@iwi.ac.at

WOLFGANG HAIDER

Zentrum für Soziale Innovationen (ZSI)

Linke Wienzeile 246

1150 Wien

Tel.: +43 1 495 04 42 18

E: haider@zsi.at

ORCID: 0000-0002-4744-8385

HARALD HOCHREITER

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG)

Sensengasse 1

1090 Wien

Tel: +43 1 57755 7024

E: harald.hochreiter@ffg.at

ORCID: 0000-0003-1230-8486

NORBERT KNOLL

Austria Wirtschaftsservice (aws)

Walcherstraße 11a

1020 Wien

Tel.: + 43 1 501 75 212

E: n.knoll@aws.at

LISA KOCH

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie

Radetzkystraße 2

1020 Wien

Tel.: +43 1 711 62 65 2902

E: lisa.koch@bmk.gv.at

KLAUS KUBECZKO

Austrian Institute of Technology (AIT)

Giefinggasse 4

1210 Wien

Tel.: +43 50550 4566

E: klaus.kubecko@ait.ac.at

GERHARD REITSCHULER

Rat für Forschung und Technologieentwicklung

Pestalozzigasse 4 / D1

1010 Wien

Tel.: +43 1 713 14 14 14

E: g.reitschuler@rat-fte.at

SASCHA SARDADVAR

WPZ Research

Mariahilfer Straße 115/16

1060 Wien

Tel.: +43 1 890 32 25 203

E: sascha.sardadvar@wpz-research.com

ORCID: 0000-0001-6402-4405

KLAUS SCHUCH

Zentrum für Soziale Innovationen (ZSI)

Linke Wienzeile 246

1150 Wien

Tel.: +43 1 495 04 42 32

E: schuch@zsi.at

ORCID: 0000-0002-7603-4384

MARIO STEYER

KMU Forschung Austria

Gußhausstraße 8

1040 Wien

Tel.: +43 1 5059761 - 21

E: m.steyer@kmuforschung.ac.at