



RIT-Regionale Innovation und Transformation - Theorie und Konzepte

PROJEKTTEAM

Konstantin Melidis, Markus Gruber

AUFTRAGGEBENDE

Österreichische Raumordnungskonferenz - ÖROK

DATUM

15.01.2024

CONVELOP cooperative knowledge design gmbh

Hilbergasse -1/1

A-8010 Graz

Telefon: +43 316 720 813

Erdbergstraße 82/4

A-1030 Wien

Telefon: +43 1 99 71 780 – 6

office@convelop.at

www.convelop.at

FN: 282829a UID: ATU 62834856

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	4
2	Projektkontext	12
3	Einleitung	14
	Transformation – eine Aufgabe für Multi-level Governance	15
	Eine aktivere Rolle für staatliche Akteure	15
	Lokale Gemeinschaften, Städte und Regionen gewinnen an Bedeutung	16
	Unterstützung von nationaler und supranationaler Ebene ist notwendig	18
	Regionale Pfadentwicklung durch Verknüpfung wirtschaftlicher und ökologischer Ziele	18
4	Gesellschaftliche Herausforderungen als „wicked problems“	20
5	Neue Anforderungen an die FTI-Politik	23
6	Evolution der FTI-Politik	26
6.1	Erste Generation: F&E und Regulierung für Wachstum	26
6.2	Zweite Generation: Innovationssysteme für Wettbewerbsfähigkeit	30
6.3	Dritte Generation: Transformation zur Nachhaltigkeit	34
6.3.1	Pfadabhängigkeit	36
6.3.2	Transformation verstehen	40
	Transformation wovon?	42
	Dynamik von Transformationen	45
	Wie es zur Transformation von sozio-technischen Systemen kommt	48
	Phasen der Transformation: Wie Änderungen sozio-technischer Systeme vor sich gehen	57
7	Transformation managen: Herausforderungen, Empfehlungen und Ansatzpunkte	66
7.1	Kern-Charakteristika von Transformationen	67

7.2	Governance-Strategien und Gestaltungsempfehlungen.....	69
7.2.1	Hervorbringen radikaler Alternativen	70
	Gemeinsame Visionen und Erwartungen erarbeiten	70
	Experimente ermöglichen	71
	Optionen offenhalten	72
	Portfolios an Lösungen, Initiativen und Nischen entwickeln	73
	Lernen fördern.....	74
	Inklusivität und Diversität sicherstellen	76
	Politikkoordination und -integration stärken	78
7.2.2	Nicht nachhaltige Strukturen beenden	79
	Koalitionen schmieden und Gelegenheitsfenster nutzen	80
	Dialog und Verhandlungen mit Betroffenen führen	82
	Klassische Politikinstrumente einsetzen	83
	Die sozio-ökonomische Folgen von Exnovationen berücksichtigen	83
7.2.3	Implikationen für Instrumente der FTI-Politik	84
	Förderung von Innovationsprojekten	84
	Angebotsseitige F&E-Förderung für Unternehmen	85
	Nachfrageseitige F&E-Förderung für Unternehmen.....	85
	Unterstützung kooperativer F&E-Projekte	86
	Die Rolle von Demonstrationsprojekten	86
	Cluster-Instrumente und ihre Ausrichtung	87
	Intermediäre Organisationen und ihre Funktionen.....	88
8	Abschließende Bemerkungen zur Geografie von Transformationen und der Notwendigkeit einer funktionierenden Multi-level Governance	90
9	Literaturverzeichnis.....	92
10	Abbildungsverzeichnis	100
11	Anhang: Beispiele von Transformationen	101
11.1	Biomasse-Nahwärmenetze in Österreich	101
11.2	“Mobility as a Service” in Finnland (Helsinki).....	103

1 Kurzfassung

In den letzten Jahren zeichnet sich das Entstehen einer neuen Generation der Innovationspolitik ab, in der gesellschaftliche Herausforderungen in den Mittelpunkt rücken. Um dem Anspruch, zur Bewältigung dieser Herausforderungen beizutragen gerecht zu werden, müssen auch Regionen und ihre Innovationssysteme mit diesen Entwicklungen schritthalten. Vor diesem Hintergrund wurde im Unterausschuss Regionalwirtschaft der Österreichischen Raumordnungskonferenz ein Rahmenprojekt aufgesetzt, das rezente Erkenntnisse aus der Innovationsforschung zugänglich machen soll sowie Erfahrungen dazu aufarbeiten und so zum Politiklernen in Österreich und seinen Regionen beitragen soll. Der vorliegende Bericht wurde im Rahmen des Projektmoduls "Konzepte & angewandte Theorie" erstellt und soll ein gemeinsames, profundes Verständnis der theoretischen Grundlagen, Modelle und Konzepte ermöglichen.

Regionale Innovations- und Wirtschaftspolitik gewinnt an Bedeutung

Regionen, und damit auch Regionalpolitik – insbesondere regionale Innovations- und Wirtschaftspolitik – spielen in der **Bewältigung der großen gesellschaftlichen Herausforderungen** eine zunehmend wichtige Rolle. Die unterschiedliche regionale Betroffenheit verlangt kontextangepasste, regionale Lösungen und die oft strittige Natur möglicher Lösungsansätze erfordert Dialoge auf Basis vertrauensbildender „face-to-face“-Beziehungen. Lokale und regionale Politikakteure sind näher an Bürgerinnen und lokalen Unternehmen, haben oft entscheidendes Wissen über lokale Bedingungen und sind somit besser in der Lage, das Verhalten von Verbrauchern und Produzentinnen zu beeinflussen, was wiederum als bedeutender Baustein für die nachhaltige Gestaltung regionaler Gesellschafts- und Wirtschaftssysteme angesehen wird. **Somit können Regionen zu Orten des Lernens und Experimentierens werden und eine zentrale Rolle in der Bewältigung globaler Herausforderungen spielen.** In Regionen bzw. auf kommunaler Ebene sind auch wichtige Kompetenzen wie etwa Raumplanung, Verkehrsplanung oder Wohnbau angesiedelt, weshalb sie in der Umsetzung konkreter Politikmaßnahmen einen wichtigen Puzzleteil darstellen.

Die Bewältigung gesellschaftlicher Herausforderungen erfordert einen neuen Politikansatz

Um gesellschaftlichen Herausforderungen wirksam begegnen zu können, bedarf es einer **grundlegenden Neuausrichtung der Innovationspolitik auf nationaler und regionaler Ebene.** Innovationspolitik war und ist vor allem dadurch gekennzeichnet, dass sie eine ökonomische Agenda verfolgt, d.h. Wirtschaftswachstum und Wettbewerbsfähigkeit stellen die übergeordneten Ziele dar. Markt- und Systemversagen legitimieren dabei öffentliche Interventionen zur

Förderung von F&E-Investitionen sowie Kooperations- und Transferförderung. Genügend F&E in Kombination mit funktionierenden Innovationssystemen, so die Annahme, würden über technologischen Fortschritt zu Wirtschaftswachstum führen, woraus – ohne weiteres Zutun – gesellschaftlicher Wohlstand resultieren sollte. Das Innovationsverständnis ist entsprechend eng auf technologische Errungenschaften in Unternehmen ausgerichtet, wobei den Inhalten von Innovationen vorwiegend unkritisch begegnet wird.

Heute besteht weitgehende Einigkeit darüber, dass diese Art der Innovationspolitik bestimmte gesellschaftliche Herausforderungen nicht nur nicht lösen konnte, sondern sie teilweise sogar verschärft hat. Zum einen hat die arglose Haltung gegenüber technologischen Innovationen dazu beigetragen, dass Produktions- und Konsummuster sowohl in sozialer als auch ökologischer Hinsicht wenig nachhaltig gestaltet sind. Um das zu ändern, **müssen Innovationsbemühungen bewusst gelenkt werden**, damit sie auch einer gesellschaftlichen Agenda zuträglich sind (**Direktionalität**).

Zum anderen sind traditionelle Ansätze der Innovationspolitik aufgrund deren technologischen Fokus sowie deren Unternehmenszentriertheit kaum geeignet, zur Lösung komplexer Probleme beizutragen. Diese Probleme sind nämlich tief in sozio-technischen Systemen verwurzelt. Solche Systeme tragen zur Erfüllung gesellschaftlicher Bedürfnisse wie beispielsweise Ernährung, Mobilität oder Energie bei. Wie wir uns etwa fortbewegen, hängt unter anderem von verfügbaren Technologien, Infrastrukturen, Marktverhältnissen, gesellschaftlichen Normen, sozialen Praktiken oder Politiken ab. Diese Systemdimensionen stehen in gegenseitiger Wechselwirkung. **Zur Lösung komplexer Probleme müssen solche sozio-technischen Systeme daher in allen Dimensionen verändert werden.** Teilverbesserungen, wie etwa neue Technologien, reichen nicht aus, sondern können zu Problemverschiebungen oder Rebound-Effekten führen. Die Veränderung ganzer sozio-technischer Systeme hingegen wird als Transformation bezeichnet. Das gelingt, wenn Veränderungen in Technologien, Infrastrukturen, Werten, Kultur, Politik, Produktion und Konsum ineinandergreifen und sich gegenseitig verstärken.

Es sind diese beiden Kernanforderungen der Direktionalität und der Systemveränderung, die das Wesen einer **neuen Generation von Innovationspolitik** ausmachen, die sich in der akademischen Welt bereits seit mehr als einem Jahrzehnt herausbildet und sich in den letzten Jahren in der Politik-Praxis verschiedener Länder und Regionen erkennen lässt. Diese neue Generation der FTI-Politik wird u.a. als **transformative Innovationspolitik (TIP)** bezeichnet und wird auch als Basis für die Weiterentwicklung des Ansatzes der intelligenten Spezialisierung diskutiert.

Transformativer Innovationspolitik liegt ein breites Innovationsverständnis zugrunde

Mit der Ausrichtung von FTI-Politik auf gesellschaftliche Ziele erweitert sich auch das relevante Politikfeld. Während Innovationspolitik bisher stark in Zusammenhang mit Wirtschafts- und Industriepolitik stand, sollte sie, um gesellschaftliche Probleme

adäquat adressieren zu können, künftig, auch in engem Zusammenhang mit weiteren sektoralen Politikbereichen wie Umwelt, Energie, Gesundheit, Mobilität oder Landwirtschaft verstanden werden. Neben der gesellschaftlichen Agenda tritt auch ein breites Innovationsverständnis in den Vordergrund. Eine Transformation von Systemen erfordert **neben technologischen Innovationen auch komplementäre soziale und institutionelle Innovationen**. Damit geht auch die Erweiterung der relevanten Akteure im Innovationsprozess, weit über die „Tripel-Helix“ hinaus, einher, wie die stärkere Einbindung der Nachfrageseite bzw. der Zivilbevölkerung, denen eine aktive Rolle zugeschrieben wird.

Pfadabhängigkeiten bremsen die Transformation von regionalen Systemen

Die Umgestaltung nicht nachhaltiger Systeme in den Regionen wird insbesondere durch das Auftreten von Pfadabhängigkeiten erschwert. Regionale Innovationspolitik muss diese Herausforderung proaktiv angehen. Skalenerträge, Netzwerkeffekte oder versunkene Kosten führen dazu, dass Technologien, Praktiken und Verhaltensweisen, die einmal etabliert sind, nur schwierig abzulösen sind – auch wenn sie sich als inferior herausstellen. Innovationsbemühungen beschränken sich dann größtenteils auf diese etablierten Lösungen und deren inkrementelle Verbesserung. So wird zwar die Effizienz der bestehenden Lösung fortlaufend gesteigert; Ein radikales Abweichen aus dieser Entwicklungstrajektorie wird aber immer schwieriger. **Regionale Innovationspolitik muss daher für ein Gleichgewicht zwischen effizienzsteigernden inkrementellen Innovationen und Variation in Form von radikalen Innovationen sorgen.**

Regionale FTI-Politik als Doppelstrategie: Radikal neue Lösungen fördern, nicht nachhaltige Konfigurationen auflösen.

Um etablierte, festgefahrene Strukturen und Institutionen zu durchbrechen und damit ein Lock-Out zu ermöglichen, braucht es Lösungen (Technologien, Verhaltensweisen, Geschäftsmodelle etc.), die mit den etablierten Problemlösungsstrategien vollkommen brechen. Mit anderen Worten: **Es braucht radikale Innovationen anstatt inkrementeller Weiterentwicklung**. Damit diese Fuß fassen können, braucht es Nischen, in denen diese radikal andersartigen Alternativen vor dem Selektionsdruck der etablierten Strukturen abgeschirmt werden und reifen können. Nischen sind Räume, in denen aufgrund der geringen Strukturiertheit, temporär ausgesetzter Regeln oder nicht vollumfänglich funktionierender Marktmechanismen Flexibilität vorhanden ist, Lernen aus Erfahrung möglich wird (learning by doing) und „out of the box“-Denkweisen wahrscheinlicher werden. Sie entstehen bspw. durch Subventionierungen, Ausnahmen von Standards oder durch Experimentierklauseln in Gesetzen. Nischen bieten auch den Raum für die notwendige Vernetzung von Akteuren, die die radikalen Innovationen unterstützen (Koalitionen), die anfangs von Pionieren (einzelne Unternehmer, Start-ups, Aktivisten oder andere „Outsider“) initiiert werden. Bottom-up Initiativen bilden oft den Ausgangspunkt für

Nischenentwicklungen, weshalb **insbesondere die politischen Maßnahmen „vor Ort“ in den Regionen hierzu beitragen können.**

Radikale Innovationen aus der **Nische sind die Samen der Transformation.** Sie erhöhen den Druck auf bestehende, nicht nachhaltige Systemkonstellationen in den Regionen, schaffen es aber erfahrungsgemäß nicht eigenständig, bestehende Konfigurationen abzulösen. Damit neue, grundlegend veränderte Technologien, Geschäftsmodelle, Verhaltensweisen und Praktiken den Durchbruch schaffen, zur neuen „Norm“ werden und so unsere Systeme nachhaltiger Gestalten, muss parallel daran gearbeitet werden, **bestehende Strukturen und Institutionen mit ihren etablierten Lösungen und Routinen abzubauen.** Solche Exnovationen zielen also darauf ab, das Alte, ehemals Innovative, inzwischen aber zum Problem gewordene wieder aus der Welt zu schaffen. Politisch forcierte Exnovationen (z.B. Abbau von Subventionen, Änderung von Standards, Verbote) müssen einerseits mit Widerstand umgehen können und andererseits Rahmenbedingungen schaffen, um mögliche negative sozial- und strukturpolitische Folgen im Sinne einer „just transition“ abzufedern.

Transformationen zur Nachhaltigkeit können forciert werden, wenn die Besonderheiten solcher Veränderungsprozesse berücksichtigt werden

Transformation unterscheidet sich von „normalem“ Wandel oder Veränderung durch ihren Gegenstand (ganze Systeme) sowie durch ihre spezielle Dynamik. Für Politikakteure auf regionaler und nationaler Ebene ist ein profundes Verständnis von Transformationsprozessen daher essenziell, um Politikmaßnahmen so zu gestalten, dass sie Transformationen in regionalen Systemen wirksam unterstützen.

Während inkrementelle Entwicklung linear voranschreitet, vollzieht sich eine Transformation disruptiv: Der Umbruch eines Systems baut sich langsam auf und wird schockhaft vollendet, wobei das System eine **radikale, strukturelle und paradigmatische Veränderung in all seinen Elementen** (Kultur, Institutionen, Infrastrukturen, Politik, Technologien etc.) erfährt. Es kommt zur Änderung grundlegender Regeln, Normen und Verhaltensweisen.

Dieser Prozess verläuft in vier Phasen: In der **ersten Phase** entstehen, als Reaktion auf wahrgenommene Probleme in den Rahmenbedingungen oder Unzulänglichkeiten bestehender Konfigurationen, **alternative Lösungsansätze** (radikale Innovationen). Anstrengungen in einzelnen lokalen Initiativen und Experimenten gehen noch in diverse Richtungen. Gemeinsame Visionen können diesen unterschiedlichen Bemühungen dabei eine gemeinsame Richtung geben.

In der **zweiten Phase** entstehen dann aus **Einzelinitiativen Nischen**, wenn eine breitere Community mit demselben Verständnis an derselben Lösung arbeitet. Dafür ist es notwendig, **für Wissensaustausch zwischen den einzelnen Initiativen zu sorgen und Komplementaritäten zu generieren.** So entstehen aggregierte, modellhafte Lösungen, die Orientierung für den weiteren Ressourceneinsatz bieten.

In der **dritten Phase** kommt es zu einer deutlichen **Stärkung der Nischenlösung**, womit sie mit den bestehenden, konventionellen Lösungen in Wettbewerb treten kann. Diese Hochskalierung wird v.a. dadurch unterstützt, wenn **verschiedene Nischen zusammenwachsen** (z.B. E-Mobilität und Car-Sharing), indem Ideen, Menschen, Regeln oder Produkte zwischen diesen Nischen zirkulieren, was oft durch Intermediäre ermöglicht wird. Auch die **Replikation von Nischen in anderen Kontexten (geografisch oder kulturell) trägt zur Stärkung einer Nische bei**. Zunächst verlieren einige etablierte Akteursgruppen den Glauben daran, dass bestehende Herausforderungen mit ihren bisherigen Lösungsansätzen in den Griff zu bekommen sind und beginnen, die Nischenlösungen zu unterstützen. Diese Destabilisierung beharrlicher Strukturen wird durch Exnovationsmaßnahmen beschleunigt.

In der **vierten und letzten Phase** ersetzt das **neue, nachhaltiger gestaltete System** mit seinem neuen Regel-Set das alte System und erfährt Institutionalisierung in Regulatorien, Industriestrukturen, Nutzerrouninen, Standards und in Ansichten darüber, was als „normal“ gilt. Damit das gelingt, müssen Nischenlösungen genügend reif und zum richtigen Zeitpunkt verfügbar sein, wenn etablierte Strukturen durch Druck von außen so weit destabilisiert wurden, dass sich ein Gelegenheitsfenster ergibt.

Damit Innovationen also transformativ wirken, müssen sie auf die Lösung gesellschaftlicher Probleme in den Regionen ausgerichtet werden, in „geschützten“ Settings vonstattengehen, damit sie radikal neue Lösungen hervorbringen können, orchestriert und hochskaliert werden, damit sie an Moment gewinnen und damit sie Systeme in mehreren Systemelementen koordiniert verändern (Technologie, Infrastruktur, Politik, Verhalten etc.). Besonders wichtig jedoch ist ein gut getimtes und **koordiniertes Vorgehen in den beiden Dimensionen der Nischenentwicklung einerseits und der Auflösung nicht nachhaltiger Strukturen und Institutionen andererseits**.

Lernen in Experimenten und Visionsbildung als Grundbausteine von Transformationen

Lernen ist in Transformationen in mehrfacher Hinsicht wichtig: Zum einen stehen radikal neue Lösungen im Zentrum des Bemühens. Allein das erfordert umfangreiches Lernen, etwa über funktionale oder technische Aspekte. Zum anderen ist unklar, ob und wie radikal neue Lösungen in der Praxis funktionieren, welche Funktionen sie erfüllen können oder was notwendig ist, damit sie funktionieren. Dabei kann es etwa um Nutzerpräferenzen, Regulierung, notwendige Infrastrukturen oder auch die kulturelle Bedeutung von Artefakten gehen. Ziel ist es, „configurations that work“ zu generieren. Außerdem erfordert eine Systemtransformation auch Verhaltensänderungen. Dazu müssen Menschen ihre **bisherigen Werte und Praktiken kritisch hinterfragen und letztlich ändern. Diese Art von Lernen (second-order learning) steht im Zentrum transformativer Bemühungen**.

Systeme zu verändern ist eine komplexe Sache, die mit Unsicherheit und Unvorhersehbarkeit in Verbindung steht. Verflochtene Wirkungspfade und

Feedback-Schleifen erschweren die Abschätzung der Auswirkungen von Interventionen, die sich somit üblichen Methoden zur Wirkungsabschätzung entziehen. **Ob und wie radikal neue Lösungen funktionieren, lässt sich somit am besten unter realen Kontextbedingungen abschätzen – in „Realexperimenten“.** **Städte und Regionen werden hier als besonders geeigneter Rahmen für Reallabore gesehen**, weil geografisch begrenzte Anwendungen Experimente mit größeren Ambitionen ermöglichen und gleichzeitig potenziellen Misserfolg auf überschaubare Räume reduzieren. Experimente ermöglichen auch ein „learning by doing, using, interacting“, womit second-order learning forciert wird.

Gemeinsame **Visionen** geben einzelnen Experimenten dabei eine Orientierung bzw. ein Problem-Framing, um das herum sich eine Koalition von Akteuren bilden kann, und konsolidieren sich im Laufe der Zeit zu einem stabilen gemeinsamen Verständnis bzgl. der angedachten Konfiguration neuer Artefakte und neuer funktionierender Praktiken und Verhaltensformen. Sie sind damit ein wesentliches Instrument für die Direktionalität solcher langfristigen Transformationsprozesse und lassen aus Einzelinitiativen größere Nischenbewegungen entstehen.

Experimente bzw. auch Nischen können in ihrer **transformativen Wirkung** gestärkt werden, **wenn sie nicht isoliert umgesetzt** werden, sondern in **koordinierten Portfolios**, wobei sich komplementäre Experimente und Nischen gegenseitig verstärken, wenn sie gleichzeitig mehrere Systemelemente ansprechen. Wesentlich dabei ist die Kombination von **Initiativen auf der Produktionsseite** mit Initiativen auf der **Nutzerseite**. Schließlich geht es um die Veränderung von Verhaltensweisen, und dazu ist die breite Diffusion neuer Lösungen essenziell.

Inklusivität und Diversität sind als Grundprinzip zu verstehen

Um aus dominanten Paradigmen und Routinen ausbrechen zu können, Innovationsbemühungen von der einschränkenden Kraft etablierter Interessen zu befreien und somit radikal neue Lösungen und Praktiken zu ermöglichen, die sich tatsächlich an den Problemen der breiten Gesellschaft orientieren, ist es **notwendig, eine Vielfalt an Meinungen, Auffassungen, Bedürfnissen und Ideen einzufangen und in der Politikgestaltung zu berücksichtigen**. Insbesondere müssen auch ansonsten marginalisierte Perspektiven und Meinungen zugelassen und beachtet werden. Inklusivität und damit auch Diversität tragen so zur neuen Direktionalität der Innovationen bei. Sie fördern second-order learning, ermöglichen es lokale, kontextgebundene Bedarfe zu integrieren und können Lernprozesse ertragreicher gestalten.

Herkömmliche FTI-Instrumente neu ausrichten

Um FTI-Politik einen stärker transformativen Charakter zu geben ist es nicht zwangsläufig notwendig, neue Instrumente zu „erfinden“. Es geht vielmehr um eine **Veränderung der Ausrichtung der Instrumente** (Direktionalität, angebot- und nachfrageorientiert, sektorübergreifend), der **Prozessgestaltung im gesamten**

Politikzyklus (partizipativ, inklusiv, langfristig) und der **zugrundeliegenden Haltung der Politikakteure** (experimentell, reflexiv, konfliktfreudig). Wichtiger noch ist die **Koordination und Synchronisation** der Maßnahmen und Instrumente, die sowohl Nischenentwicklung als auch Abbau nicht nachhaltiger Konfigurationen adressieren sollten. Für traditionelle Instrumente könnte das Folgendes bedeuten:

- Innovationsprojekte: Stärker in kohärenten, längerfristigen Projektportfolios denken; stärker auf Lernen und Exploration ausrichten; Nutzer einbinden und Nutzerverhalten adressieren (z.B. Reallabore, Living-Labs, CoCreation-Prozesse); ausgewogene Projektnetzwerke gestalten (inkl. „Outsidern“).
- F&E in Unternehmen: Innovative öffentliche Beschaffung und Anreizpreise für Generierung von Nachfrage einsetzen; direkte Förderung kann Nischenbeteiligung sicherzustellen; indirekte Förderung wirkt unspezifisch.
- Kooperative F&E: Einbeziehung der Zivilgesellschaft (citizen innovation); mehr nicht-technologische Innovationen; mehr Langzeitprojekte.
- Demonstrationsprojekte: Nicht nur technologisches Lernen, sondern auch Regulierung, Infrastrukturen, Kultur berücksichtigen; Nutzerinnen einbeziehen und Verhaltensänderung adressieren.
- Cluster und Plattformen: Auf Systemfunktionen/regionale Bedarfe ausrichten statt Konzentration auf Technologien bzw. Branchen; Akteursnetzwerke verbreitern, um Nutzerpraktiken berücksichtigen zu können; als Mediatoren zwischen Regime und Nischen einsetzen.
- Intermediäre Organisationen: Bestehende Intermediär-Strukturen mit Transformationsmandat und -agenda ausstatten (in Regionen insbesondere hinsichtlich Prozessmediation); Kompetenzen und Wirkungsbereiche der Intermediären ausbauen (auf übergeordneter Ebene insbesondere hinsichtlich Austausch, Lernen, Interaktion der Ebenen); ggf. neue Strukturen andenken, die als systemische Intermediäre Aktivitäten „orchestrieren“.

Ganzheitliche Antworten anstatt Silodenken

Während die gesellschaftlichen Herausforderungen sehr breit in unseren Systemen verwurzelt sind, hat sich der moderne Staat zunehmend in Richtung einer sektoralen Spezialisierung hin entwickelt, was zur Aufbietung von isolierten Teillösungen geführt hat. Um stattdessen ganzheitliche Antworten hervorzubringen, ist ein stärkere horizontale und vertikale Koordination von Politiken und Instrumenten notwendig. FTI-Politik allein kann keine Systemveränderungen bewirken. Es benötigt vielmehr **abgestimmte Ansätze mit Sektorpolitiken** (z.B. Transport, Energie, Gesundheit, Umwelt, Industrie, Arbeitsmarkt) sowie Querschnittspolitiken (z.B. Regional-, Steuer-, Wirtschaftspolitik). Ebenso braucht es die Kapazitäten und Kompetenzen aller Politikebenen, wobei alle Ebenen entsprechende Instrumente zur Hand haben. **Funktionierende Multi-level Governance Netzwerke** können hier die **Koordination zwischen top-down Politiken und bottom-up Initiativen** sicherstellen.

Die auf supranationaler Ebene breit formulierten **gesellschaftlichen Herausforderungen** sollten auf regionaler Ebene aufgegriffen werden und je nach regionalen historischen, geografischen, wirtschaftlichen oder sozio-ökologischen **Kontextbedingungen in konkrete Probleme übersetzt** werden. Die zentrale Frage für regionale Politiken ist es also, wie sich die globalen Herausforderungen im regionalen Kontext manifestieren. Die lokale und regionale Ebene bietet Vorteile, weil sie komplexe Systeme in überschaubarer geografischer Ausdehnung abbilden und auf kommunaler Ebene auch über entsprechende Planungsinstrumente verfügen. Sie können hier Pionierfunktionen übernehmen (über konkrete Visionen auf Basis der regionalen Kontexte, Partnerschaften, Abbildung von Systemen im „Kleinen“) und gleichzeitig neue Lösungen in Nischen schaffen.

Eine zentrale Aufgabe der **höheren Ebenen** wird in der Bereitstellung von Koordinationsstrukturen gesehen, die für den Austausch zwischen und das gemeinsame Lernen von Regionen sorgen sowie komplementäre Maßnahmen, etwa in den Bereichen Regulierung, Steuerpolitik oder Grundlagenforschung, setzen. Alles in allem braucht es ein **kontinuierliches Zusammenspiel der Politikebenen (Multi-scalar Governance)**, damit Transformation gelingt.

2 Projektkontext

Die Beschäftigung mit den Themen Forschung und Innovation im Rahmen der Österreichischen Raumordnungskonferenz (ÖROK) hat eine lange Tradition. Ausgehend vom Ansatz einer innovationsgetragenen endogenen Erneuerung wurde das Thema ab den 1980er und 1990er Jahren in unterschiedlicher Ausprägung behandelt. Später erfolgte die Auseinandersetzung mit den Themen insbesondere auch im Kontext der europäischen Programme und aktuell im Konzept der "Smart Specialisation" als Ansatz für eine wissensgeleitete Standortentwicklung. Das aktuelle Österreichische Raumordnungskonzept (ÖREK) setzt das Ziel, regionale Innovationssysteme zu stärken.

Derzeit zeichnet sich das Entstehen einer neuen Generation der Innovationspolitik ab, in der gesellschaftliche Herausforderungen in den Mittelpunkt rücken. Dies steht sowohl mit den herrschenden Krisen- und Problemlagen als auch mit neueren Erkenntnissen über die Wirkungsweisen der Innovationspolitik im Zusammenhang. Dabei wird auf breite Lösungskompetenz gesetzt, die über technologische Innovationen hinausgeht und soziale sowie Strukturinnovationen anspricht. Innovationspolitik wird zur transformativen Innovationspolitik. Dies erfordert eine Neubewertung der Rolle von Regionen in Innovations- und Transformationsprozessen.

Die EU übernimmt diesen neuen Ansatz der transformativen Innovationspolitik sowohl durch die Missionsorientierung im Forschungsrahmenprogramm als auch durch Initiativen wie die "Partnerships für Regional Innovation", die als Weiterentwicklung der "Smart Specialisation" betrachtet werden. Der "Green Deal" fordert ebenfalls eine Politik, die auf Transformation abzielt und wird die EU-Politiken der nächsten Dekade prägen.

Rahmenprojekt im Unterausschuss Regionalwirtschaft

Vor diesem Hintergrund wurde im Unterausschuss Regionalwirtschaft ein mittelfristiges Rahmenprojekt entwickelt, das darauf abzielt, aktuelle Konzepte der Innovationspolitik zu erfassen und einen fachlichen Beitrag für die Politikgestaltung in Österreich und auf EU-Ebene aus der Perspektive der Regionalpolitik zu leisten. Das Rahmenprojekt umfasst verschiedene Bausteine:

- Es befasst sich mit aktuellen Konzepten und Grundlagen ("angewandte Theorie") zur transformativen Innovationspolitik.
- Sog. „Fokusthemen“ ermöglichen einen praxisorientierten Blick auf spezielle Themen und Fragestellungen.
- Reflexion und Synthese im Hinblick auf Gestaltung von Regionalpolitik und regionaler Entwicklung.

Der vorliegende Bericht und sein Zweck

Der vorliegende Bericht wurde im Rahmen des Moduls "Konzepte & angewandte Theorie" erstellt. Er will die Grundlogik auf Basis der rezenten Erkenntnisse aus der Forschung verständlich machen und zentrale Konzepte erklären. Es werden dabei auch Gestaltungsempfehlungen für transformative Innovationspolitik abgeleitet.

Die Absicht ist es, zum Politiklernen beizutragen und die Effektivität transformativer innovationspolitischer Initiativen auf lokaler, regionaler und nationaler Ebene zu fördern, wobei zu beachten ist, dass sich der Ansatz in Entwicklung befindet und noch nicht in allen Bereichen detaillierte Erfahrungswerte vorliegen.

Er bildet damit eine auch eine Schnittstelle zu den Fokusthemen, insbesondere dem Fokusthema „Regionale Innovationssysteme – Transformativ“, in dem die transformative Kraft regionaler Innovation und deren Erfolgsfaktoren im Mittelpunkt der Analyse steht.

3 Einleitung

In den letzten Jahren zeichnet sich das Entstehen einer **neuen Generation der Innovationspolitik** ab, in der gesellschaftliche Herausforderungen in den Mittelpunkt rücken. Dies steht sowohl mit den herrschenden Krisen- und Problemlagen als auch mit neueren Erkenntnissen über die Wirkungsweisen der Innovationspolitik im Zusammenhang. Um insbesondere den großen gesellschaftlichen Herausforderungen wie dem Klimawandel, Biodiversitätsverlust, Armut oder kritischen demografischen Entwicklungen begegnen zu können, bedarf es einer grundlegenden Neuausrichtung innovationspolitischer Ansätze. Dabei wird die **Rolle von Innovationen neu definiert**. Anstatt einer Fokussierung auf wirtschaftliches Wachstum sollten Innovationen dazu beitragen, die Systeme, die unsere gesellschaftlichen Bedürfnisse befriedigen, nachhaltig zu gestalten – die Rede ist dabei von **Transformation hin zur Nachhaltigkeit**¹. Eine Innovationspolitik, die solche Transformationen fördert, bedarf einer strategischen Ausrichtung, die Innovationsprozesse so gestaltet, dass sie auch **gesellschaftlichen Mehrwert** bieten. Solche Ansätze wurden mittlerweile in vielen Ländern und Regionen implementiert und schwingen sich auf, um ein neues Paradigma der Innovationspolitik zu formen. Auch supranationale Organisationen wie die OECD oder die EU² forcieren seit geraumer Zeit eine neue Art der Innovationspolitik, die sich effektiver mit der Lösung der großen gesellschaftlichen Herausforderungen befassen soll. Diese firmiert unter anderem als **„transformative Innovationspolitik“** (Schot & Steinmüller, 2018), (Diercks, Larsen, & Steward, 2019), „missionsorientierte Innovationspolitik“ (Mazzucato, 2013) oder auch „challenge driven innovation policy“ (Coenen, Hansen, & Rekers, 2015). Trotz kleiner Unterschiede im Detail folgen diese Variationen derselben Grundlogik, die auf die entscheidende Veränderung sozio-technischer Systeme³ hinausläuft.

¹ Das Konzept der Nachhaltigkeit ist ein unscharfes und normatives Konzept, das gesellschaftlich auszuverhandeln ist. Der gegenständliche Bericht – wenn von notwendiger Transformation die Rede ist – meint immer die Transformation hin zu einer nachhaltigeren Gestaltung unserer gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Systeme. Implizit dienen die Ziele für Nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen ebenso wie die Vereinbarungen zum europäischen Green Deal und dem gerechten Übergang zur Klimaneutralität als Anhaltspunkt für eine Interpretation des Konzepts. Im Hinblick auf Definition und Messkonzepte für Nachhaltigkeit bedarf es eines eigenen Darstellungsraumes.

² Die EU greift diesen Ansatz bspw. in der „Partnerships für Regional Innovation (PRI)“-Initiative auf, die als Weiterentwicklung des „Smart Specialisation“ verstanden werden kann. PRI wird dabei als wesentliches Element der neuen EU-Innovationsagenda positioniert und soll zum „Mainstreaming“ eines transformativen bzw. missionsorientierten Ansatzes in der EU-Kohäsionspolitik beitragen (Cappellano, Molica, & Makkonen, 2023).

³ Hinter dem Begriff des „sozio-technischen Systems“ steht die Idee, dass Technologie und Gesellschaft in Wechselwirkung stehen und ein System formen, das bestimmte Funktionen – etwa zur Befriedigung gesellschaftlicher Bedarfe wie Mobilität– erfüllt (s. Kapitel 0).

Transformation – eine Aufgabe für Multi-level Governance

Transformationen hin zur **Nachhaltigkeit**, wie sie in diesem Bericht beschrieben werden, erfordern ein koordiniertes Zusammenspiel vieler, auch sehr diverser Akteure. Einzelne Individuen als „Pioniere des Wandels“ sind genauso relevant wie soziale Bewegungen, die organisierte Zivilbevölkerung, Unternehmen, Wissenschaftseinrichtungen, Nutzer-Communities, Politikakteure und Behörden von der lokalen bis zur supranationalen Ebene.

Das **koordinierte Zusammenwirken von Initiativen** auf sämtlichen Ebenen und in allen Bereichen ist **der Schlüsselfaktor** für die Wirksamkeit der Maßnahmen. Gleichzeitig eröffnet dieses **polyzentrische Multi-Akteurs-Setting** auch Handlungsspielräume für alle genannten Individuen, Gruppen und Organisationen. Sie alle können durch ihr bewusstes Handeln zu Transformationen beitragen – von der engagierten Bürgerin bis zu den Vereinten Nationen. Ein profundes Verständnis darüber, wie Transformationen vor sich gehen und wodurch deren Verlauf beeinflusst werden kann, ist daher für alle Akteure ein notwendiger Ausgangspunkt für ein förderliches Engagement in diesem Unterfangen.

Eine aktivere Rolle für staatliche Akteure

Dem Staat wird hierbei eine aktivere Rolle zugeschrieben als bisher in der Innovationspolitik. Anstatt nur Rahmenbedingungen zu gestalten, nehmen **staatliche Akteure** hier eine **gestaltende Rolle** ein – nicht unbedingt im Sinne einer „command-and-control“-Politik, sondern als **Partner, Moderator oder Koordinator** im Rahmen komplex angelegter **Governance-Arrangements**, in denen er auf gesellschaftliche Entwicklungen einwirkt und diese im Sinne der Nachhaltigkeit mitgestaltet. Bewusst gestaltete Innovationspolitik, sei sie regional, national oder supranational, kann Innovationsbemühungen in gesellschaftlich gewünschte Richtungen lenken und sozio-technische Systeme verändern. Sogar die Gestaltung von neuen Märkten – anstatt nur ihre Fehlfunktionen zu beheben⁴ – wird staatlichen Akteuren zugetraut, ebenso die proaktive Schaffung von gerechtem Wohlstand, anstatt diesen nur umzuverteilen. Damit das gelingt, muss die Fragmentierung im politisch-administrativen System überwunden werden und die Koordination über politisch-administrative Grenzen sowie Ressortgrenzen hinweg im Sinne eines **„Whole-of-Government“-Ansatzes**⁵ gestärkt werden. Die

⁴ Ältere FTI-Politikansätze basieren u.a. auf der Annahme, dass (F&E-)Wissen frei verfügbar sei und somit nicht ausschließlich jenem zugutekommt, der auch die Kosten der Produktion trägt. Der Anreiz privater Unternehmen, in Wissen zu investieren, sei deshalb gering. Ältere Ansätze beschränken sich daher darauf, dieses Marktversagen durch F&E-Förderung zu beseitigen (s. Kapitel 6.1).

⁵ Der Ansatz wurde ursprünglich unter dem Titel „joined-up government“ in Großbritannien unter der Regierung Tony Blairs eingeführt, „to get a better grip on the “wicked” issues straddling the boundaries of public sector organizations, administrative levels, and policy areas“ (Christensen & Laegreid, 2006). Die EU propagiert den Ansatz für die Integration der UN-

Implementierung eines „Whole-of-Government“-Ansatzes kann die Kohärenz und damit Wirksamkeit von Aktivitäten staatlicher Akteure bzw. Verwaltungseinheiten auf verschiedenen Ebenen erhöhen, wobei der Ansatz Politikgestaltung und -umsetzung sowie horizontale und vertikale Koordination miteinschließt.

Lokale Gemeinschaften, Städte und Regionen gewinnen an Bedeutung

Obwohl der „große Durchbruch“ nur durch **Zusammenarbeit aller Politikebenen** gelingen kann, rücken Regionen, Städte und lokale Gemeinschaften nun stärker ins Zentrum der Aufmerksamkeit. **Transformative Innovationspolitik** hat starke **bottom-up Züge**, ist dezentral angelegt und fokussiert auf das Experimentieren und Lernen in divers zusammengesetzten Akteursgruppen inkl. Nischenakteuren, die eher auf **lokaler und regionaler Ebene** zu identifizieren sind. **Regionale Innovationspolitik gewinnt damit an Bedeutung**. Ein weiteres zentrales Argument dafür, das auch schon im Kontext von regionalen Innovationssystemen und Cluster-Politik ins Treffen geführt wurde, ist geografische Nähe, die „face-to-face“-Interaktionen erleichtert und so soziale Netzwerkbildung fördert. Direkte, wiederholte Interaktionen sind gerade dann notwendig, wenn sehr diverse Akteure mit entsprechenden kognitiven und kulturellen Unterschieden zusammenarbeiten sollten – was in Transformationsprozessen notwendig ist.

Städten und Stadtregionen kommt eine besondere Rolle zu. Zum einen erfordern die Auswirkungen starker Urbanisierungsprozesse besondere transformative Anstrengungen hin zu nachhaltig gestalteten urbanen Lebensräumen. Zum anderen finden sich in Städten die **konzentrierten Ressourcen und Voraussetzungen, um die nötigen grundlegenden Veränderungen in Bereichen wie Energie, Transport, Wasserverbrauch, Landnutzung, Abfall, Wohnen und Konsum zu initiieren**. Sie bieten sich an als „Reallabore“ zu fungieren, weil sie komplexe Systeme in überschaubarer geografischer Ausdehnung abbilden. Städte können dabei Gegenstand von Transformationen oder auch Initiatoren bzw. Treiber von Transformationsprozessen auf regionaler oder nationaler Ebene sein (Hölscher & Franzeskaki, 2020).

Transformative Innovationspolitik beschäftigt sich mit „**wicked problems**“, d.h. es bleibt *umstritten*, was genau als Problem gesehen wird und wie mögliche Lösungen aussehen könnten. Zudem sind solche Probleme, wie etwa die großen gesellschaftlichen Herausforderungen, stark kontextabhängig. D.h. auch wenn sie als „globale“ Herausforderungen bezeichnet werden, sind sie in ihrer Ausprägung und Intensität von Region zu Region unterschiedlich und Regionen zeigen unterschiedliche Motivationen und Fähigkeiten, diese zu adressieren. Es braucht daher eine Übersetzung der oft vage **definierten globalen Herausforderungen** in **konkrete, kontextgebundene Politikziele**, was eine normative Übung darstellt. Dabei wird eine gesellschaftliche Herausforderung zu einem **öffentlichen Bedarf**

Nachhaltigkeitsziele in die EU-Politiken, u.a. im Rahmen der „Partnerships for Regional Innovation“-Initiative (Pontikakis, et al., 2022).

(bzw. zur öffentlichen Nachfrage). Sofern dieser **normative Prozess der öffentlichen Bedarfsformulierung partizipativ und inklusiv** gestaltet ist, sorgt er auch für adäquate **Direktionalität** der Innovationsbemühungen – d.h. sie werden in die gewünschte Richtung gelenkt –, er gibt Orientierung für die heterogenen Akteure, und er sorgt für Legitimität.

Aufgrund der dargestellten Normativität (Ziel und Weg sind aufgrund unterschiedlicher Überzeugungen umstritten) und Kontextualität (Regionen sind unterschiedlich betroffen) der Bedarfsformulierung und der Suche nach potenziellen Lösungen wird die lokale bzw. regionale Ebene als besonders geeignet zur Umsetzung dieser Prozesse gesehen. Und zwar deshalb, weil Präferenzen und Institutionen regionspezifisch sind. Diese lokale Einbettung erleichtert die Durchführung diskursiver Dialoge über konkrete Bedarfe unter diversen Akteuren. **Lokale oder regionale Netzwerke**, die viele diverse Akteure einschließen, sind eher in der Lage, **institutionelle und kognitive Barrieren zu überwinden**, die eine Kollaboration ansonsten verhindern würden. Somit können Initiativen, die auf einem gemeinsamen Problemverständnis basieren und koordiniert über mehrere Politikbereiche hinweg umgesetzt werden, auf lokaler Ebene einfacher initiiert werden.

Die konkrete Formulierung von Bedarfen wäre auf nationaler oder supranationaler Ebene ungleich schwieriger und wäre auch schwieriger zu legitimieren. Auf subnationaler Ebene hingegen können gerade **Bürgerinnen und andere gesellschaftliche Stakeholder direkter in den Prozess der Problemdefinition und Lösungssuche eingebunden** werden, was als zentral für die transformative Wirkung von Innovationspolitik verstanden wird (Wanzenböck & Frenken, 2020).

Lokale und regionale Politikakteure sind also näher an Bürgerinnen und lokalen Unternehmen, haben oft entscheidendes Wissen über lokale Bedingungen und Fähigkeiten und sind somit besser in der Lage, das Verhalten von Verbrauchern und Produzentinnen zu beeinflussen – was als ebenso essenziell für die Transformation von Systemen gesehen wird (OECD, 2020). Das unterschiedliche **Potenzial der Regionen für Transformationen zur Nachhaltigkeit** muss in der Politikgestaltung berücksichtigt werden, womit **regionale Innovationspolitik** im Vorteil ist.

Diese Vorteile subnationaler Kontexte in der **Mobilisierung** der notwendigen heterogenen **Akteursgruppen**, der **Kontextualisierung der Herausforderungen** und der **Ausverhandlung** strittiger Themen rücken damit die regionale Ebene ins Zentrum, wenn es um die Erarbeitung von Visionen geht, die ein wesentliches Element in Transformationsprozessen darstellen.

Informelle Institutionen (geteilte Werte und Normen), die oft stark regional geprägt sind, haben ebenso Einfluss auf Transformationen. Ein hohes Vertrauen in lokalen Netzwerken oder die breite Akzeptanz von Nachhaltigkeitswerten in Regionen können die Entwicklung und **Diffusion von technologischen und sozialen Innovationen** fördern oder die Etablierung neuer Regelungen ermöglichen.

Transformationen benötigen radikale Innovationen, die wiederum Märkte benötigen, um zu überleben und sich zu verbreiten. Die geografische Nähe in

Regionen ermöglicht es den Produzenten, frühzeitig und relativ einfach Feedback von Nutzerinnen einzuholen, was wiederum wesentlich für das Entstehen von Märkten ist (Hansen & Coenen, 2014). Das **Entstehen lokaler Märkte** resultiert dabei aus lokalen Aktivitäten wie der Umsetzung von Experimenten, der Formierung von Benutzergruppen oder der Legitimation der neuen Lösungen. Solche „lead markets“, in denen es zur frühen Erprobung neuer Lösungen kommt, sind zentral für die Hochskalierung von Transformationsprozessen (Hansmeier, Koschatzky, Zenker, & Stahlecker, 2022).

Unterstützung von nationaler und supranationaler Ebene ist notwendig

Die großen **gesellschaftlichen Herausforderungen enden allerdings nicht an den Grenzen der Region**. Transformationspolitik kann daher, wie erwähnt, nur im koordinierten Zusammenwirken aller Politikebenen wirklich große Erfolge einfahren. Erfahrungen zeigen, dass regionale Politikakteure vor allem mit der Prioritätensetzung, dem Hochskalieren lokaler Innovationen, dem Wettbewerb und der Koordination innerhalb und zwischen Regionen und Sektoren sowie dem Mangel an Strukturen, die für Politiklernen sorgen, zu kämpfen haben (Hassink, Fröhlich, & Gong, 2021).

Transformative Innovationspolitik der Region sollte daher unterstützt werden durch komplementäre transformative Innovationspolitik für die Region, von nationaler oder supranationaler Ebene. Übergeordnete Ebenen werden als vorteilhaft gesehen, wenn es um die **Formulierung breit gefasster Politikziele** geht, die dann in regionale Kontexte übergeführt werden. **Ordnungs- und fiskalpolitische Maßnahmen** sind ebenso wichtige Elemente einer transformativen Politik (Regulierung, Steuern etc.), die oft auf höheren Ebenen angesiedelt sind. Sind (technologische) Lösungen bereits erprobt und unstrittig, können nationale und supranationale Politiken bspw. durch das Setzen von Standards und Maßnahmen zur Diffusion eher zum Hochskalieren solcher neuen Lösungen beitragen (Wanzenböck & Frenken, 2020). Eine weitere zentrale Aufgabe der höheren Ebenen wird in der Bereitstellung von **Koordinationsstrukturen** gesehen, die für den **Austausch zwischen und das gemeinsame Lernen von Regionen** sorgen. Regionale Unternehmen sind oft auf regionale Märkte fokussiert, daher wird die Unterstützung höherer Politikebenen gefordert, um lokale Lösungen und Modelle in andere Regionen zu transferieren und damit Märkte zu erweitern. Zudem kann nur auf höherer Ebene mit interregionalem Wettbewerb umgegangen werden, indem bspw. für koordinative Maßnahmen gesorgt wird, in denen die unterschiedlichen Interessen der Regionen und Sektoren behandelt werden (Hassink, Fröhlich, & Gong, 2021).

Regionale Pfadentwicklung durch Verknüpfung wirtschaftlicher und ökologischer Ziele

Für eine innovationsbasierte regionale Entwicklung spielt die Entwicklung von **regionalen Industriepfaden** eine zentrale Rolle, weil Regionalentwicklung in unmittelbarer Verbindung zur Entwicklung und Spezialisierung regionaler Industrien steht. Auch hierbei zeigt sich eine wechselseitige Beziehung mit

regionalen Transformationsprozessen, weil Industriepfade wesentlichen Einfluss auf die Entwicklung regionaler sozio-technischer Systeme haben. Regionale Industriepfade formen damit das Rückgrat transformativer Prozesse, auch wenn dafür noch viele weitere Aspekte ausschlaggebend sind (Chelbna, Martin, & Mattes, 2021).

Im Kontext von Transformationen wird vor allem die Entwicklung „grüner“ Industriepfade diskutiert, weil angenommen wird, dass sich hierbei wirtschaftliche und ökologische Ziele vereinen lassen. Dabei stellt sich die Frage, wie Regionen bzw. deren Akteure diese Entwicklung beeinflussen können. Denn Regionen, in denen ein innovationsbasierter Strukturwandel nicht gelingt, haben nicht nur mit ökonomischen und sozialen Problemen zu kämpfen, sondern auch mit politischen Folgen. Grundsätzlich können sich folgende mögliche Szenarien zeigen, die sich je nach Ausgangslage auch unterschiedlich auf Transformationen auswirken (Trippel, 2020):

- **Pfadkreation:** Dies stellt die radikalste Form des regionalen Wandels dar und steht nah am theoretischen Gerüst der Transformationsforschung. Neue Pfade stehen eng in Verbindung mit Umbrüchen in der regionalen Wirtschaftsstruktur (neue Unternehmen und Wirtschaftszweige), mit radikalen Innovationen und neuen Geschäftsmodellen. Es entstehen völlig neue (nachhaltige) Branchen.
- **Pfaddiversifizierung:** Hierbei entwickelt sich eine neue Branche aus bereits in der Region bestehenden Branchen. Bestehende Kompetenzen, Wissen und andere Ressourcen werden von alten in neue Branchen gelenkt. Dabei können die Ressourcen der alten und neuen Branchen „verwandt“ sein (related diversification) oder auch wenig miteinander zu tun haben (unrelated diversification).
- **Pfadtransplantation:** Ein für die Region neuer Pfad wird kreierte (z.B. über Ansiedlung von Unternehmen, ausländischen Direktinvestitionen oder Anwerbung qualifizierter Arbeitskräfte), der außerhalb der Region bereits existiert. Nötige Ressourcen werden also von außerhalb importiert.
- **Pfaderneuerung:** Diese beschreibt eine radikale Änderung bestehender Branchen auf Basis radikaler technologischer oder organisationaler Innovationen.

Die ersten drei Szenarien stellen Möglichkeiten dar, wie grüne Industrien in Regionen neu entstehen können, während das letzte Szenario ein „greening“ bestehender Branchen beschreibt. Ein weiteres Szenario, nämlich die **Pfadfortsetzung**, meint die Weiterentwicklung vorhandener Branchen über inkrementelle Innovationen entlang etablierter technologischer Trajektorien. Das Szenario beschreibt damit Kontinuität anstatt Wandel und trägt damit nicht zur Transformation von Regionen bei.

Regionen unterscheiden sich in ihrer Fähigkeit, neue Entwicklungspfade einzuschlagen. Während urbane Zentren etwa gute Voraussetzungen für Pfadkreation und -diversifizierung aufweisen, tendieren periphere Regionen und traditionelle Industrieregionen eher zu Pfadtransplantation oder kontinuierlicher Erneuerung. Ausschlaggebend dafür sind neben strukturellen Gegebenheiten vor allem Änderungsprozesse in den regionalen organisatorischen und institutionellen

Unterstützungsstrukturen – also die *Rekonfiguration von regionalen Innovationssystemen* – um die Generierung neuen Wissens, die Entwicklung neuer Qualifikationen, die Anpassung regulatorischer Rahmenbedingungen, die Legitimation radikaler Innovationen und die Formung neuer Märkte zu ermöglichen.

Die Erkenntnisse über eine transformative Gestaltung (regionaler) Innovationspolitik, die in diesem Bericht dargestellt werden, bringen auch hierzu wertvolle Anregungen, die sowohl für lokale, regionale als auch nationale Politikakteure relevant sind.

4 Gesellschaftliche Herausforderungen als „wicked problems“

Öffentliche Politik im Allgemeinen und FTI⁶-Politik im Speziellen haben beträchtlich dazu beigetragen, dass **unsere Gesellschaften auf Jahrzehnte eindrucksvollen Fortschritts zurückblicken können**. Gerade *technologische* Errungenschaften ermöglichten Produktivitätszuwächse und materiellen Wohlstand für große Teile der Bevölkerung. Gleichzeitig konnten bemerkenswerte Fortschritte etwa in der Medizin vielen Krankheiten ihren Schrecken nehmen oder diese sogar beinahe ausrotten.

Auf der anderen Seite sehen wir uns heute mit Herausforderungen konfrontiert, die sich als außerordentlich hartnäckig erweisen und sich aufgrund jahrzehntelanger Insuffizienz etablierter politischer Lösungsansätze mehr und mehr vor uns auftürmen. (Nelson R., 1977) deutet in seinem Buch „The Moon and the Ghetto“ mit der Frage: *“If we can land a man on the moon, why can't we solve the problems of the ghetto?”* metaphorisch auf diese Diskrepanz hin: Trotz bahnbrechender Fortschritte in einigen Bereichen ist es bis heute nicht gelungen, Herausforderungen wie Armut, Umweltverschmutzung, Ernährungssicherheit, Klimawandel oder leistbarer Gesundheitsversorgung für alle Herr zu werden.

Nelson erklärt die Diskrepanz damit, dass es in Bereichen, in denen wenig Fortschritt zu verzeichnen ist, ungleich schwieriger ist, Wissen über jene Kernelemente herauszuarbeiten, die für den Erfolg bestimmter Praktiken verantwortlich sind. Ausschlaggebend dafür ist, ob die Praktiken standardisiert⁷ werden können, sodass sie kontextunabhängig funktionieren. Eine Impfung, als Beispiel aus der Medizin, stellt eine weitestgehend standardisierte Praktik dar. Sie funktioniert in den allermeisten Kontexten – weitestgehend unabhängig davon, wer die Patienten sind oder wer sie verabreicht bzw. wo die Impfung verabreicht wird. Eine solche

⁶ Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik.

⁷ (Nelson & Sarewitz, 2008) schreiben solchen Praktiken bzw. Bereichen einen „standardized core“ zu.

Standardisierbarkeit ist die Voraussetzung dafür, dass **kumulatives Lernen** erfolgen kann. Sie ermöglicht es erst, dass Erfahrungen darüber, was besser oder schlechter funktioniert – etwa durch Experimentieren bzw. F&E – gesammelt werden können und sich in physischen Artefakten – wie dem Impfstoff – manifestieren können. Solche physischen Artefakte sind ein weiterer Faktor, der Weiterentwicklung erleichtert. In ihnen ist oft der *standardisierte Kern* einer Praktik eingebettet.

Im Gegensatz dazu ist es schwierig, **Wissen über Praktiken** aufzubauen, **die nicht – oder zumindest nicht im Kern – kontextunabhängig funktionieren**. Damit entziehen sie sich den Möglichkeiten klassischer F&E, weil sie kaum replizierbar und kontrollierbar sind. Ein Beispiel dafür wären Unterrichtsmethoden. Zwar gibt es mit Büchern auch hier physische Artefakte; der Erfolg der Praktik hängt in diesem Fall – anders als im Beispiel der Impfung – aber zu einem beträchtlich geringeren Anteil hiervon ab. Ob gewisse Unterrichtsmethoden erfolgreich sind, ist vielmehr kontextabhängig. Was für die eine Lehrkraft, eine Schule, eine Klasse, oder eine Schülerin funktioniert, muss nicht für andere funktionieren. **Es fehlt ein standardisierter Kern der Praktik**, der kontextunabhängige Effektivität ermöglichen würde und an dem man weiterarbeiten könnte, der also den längerfristigen Aufbau eines Wissensbestands ermöglichen würde. Die Effektivität einer solchen Praktik ist damit von vielen Faktoren abgängig, wie z.B. den Eigenschaften der Lernenden und der Lehrenden, und muss daher größtenteils von Fall zu Fall ermittelt werden (Nelson & Sarewitz, 2008), (Nelson R. , 1977), (Rittel & Webber, 1973).

Aus dem Gesagten ergeben sich **zwei zentrale Einsichten**:

- Zum einen unterscheiden sich Herausforderungen wie die Mondreise auf der einen Seite und die Bekämpfung von Armut auf der anderen Seite wesentlich in ihrer Natur. Diese Unterschiede spiegeln sich darin wider, inwiefern es möglich ist, einen umfangreichen Wissensbestand aufzubauen und damit Fortschritt zu ermöglichen. Auf die Unterschiede wird später eingegangen.
- Zum anderen sind traditionelle F&E-Bemühungen kaum geeignet, den Wissensbestand in Bereichen auszuweiten, denen ein standardisierter Kern fehlt – wie etwa am Beispiel der Unterrichtsmethoden gezeigt. F&E benötigt nämlich ein *kontrolliertes Abgehen vom Standard*, um Effektivitätssteigerungen erkennen zu können. Wenn es, wie in diesen Bereichen, aber kaum möglich ist, eine Praktik, die man analysieren und weiterentwickeln möchte, zu kontrollieren, gezielt zu manipulieren und zu reproduzieren, dann fehlen die Ansatzpunkte für sinnvolle F&E-Bemühungen. Zudem bräuchte es klare und stabile Effektivitätskriterien, was in solchen Bereichen kaum der Fall ist.

Anknüpfend an diese beiden Punkte kann ergänzt werden, dass, sofern effektive Praktiken bestehen, auch weniger Platz für Differenzen über die Auswahl geeigneter, wirksamer Praktiken gegeben ist. In Bereichen andererseits, in denen sich keine (generisch) effektiven Praktiken hervorgetan haben – das sind jene, in denen Standardisierung und daher Wissensaufbau schwierig sind – bleibt viel Raum für (wertebasierten) Disput über geeignete Ansätze, die „richtigen“ Ziele und relevante

Erfolgsindikatoren. Mit anderen Worten: In Bereichen, in denen mächtige Wissensbestände und wirksame Praktiken bestehen, entwickeln sich starke Unterstützungsstrukturen, mit Einigkeit sowohl was die Mittel als auch den Zweck betrifft. In Bereichen mit eher variablen Routinen und Praktiken ist das wesentlich schwieriger zu erreichen (Nelson & Sarewitz, 2008). Eine Tatsache, deren Bedeutung durch die weiteren Ausführungen noch besser verständlich werden wird.

(Rittel & Webber, 1973) nehmen auf die beiden oben gelisteten Punkte Bezug, wenn sie schreiben:

„The search for scientific bases for confronting problems of social science is bound to fail, because of the nature of these problems. They are “wicked” problems, whereas science has developed to deal with “tame” problems.”

Die heute akuten Herausforderungen wie Klimawandel, Gesundheitsversorgung, Biodiversitätsverlust, Zugang zu Bildung oder Beseitigung extremer Armut, die auch als „grand (societal) challenges“ bezeichnet werden, weisen Charakteristika auf, die sie als „wicked problems“⁸ klassifizieren. Was zeichnet diese Art von Problemen also aus? Um das zu verstehen ist es hilfreich, beim Gegenteil zu beginnen: Was sind „tame problems“?⁹

„Tame problems“ sind **eindeutig definierbar und auch lösbar** – wie etwa das Lösen einer mathematischen Gleichung. Die Aufgabe ist eindeutig und im Nachhinein es ist klar, ob das Problem gelöst wurde oder nicht. Es sind Probleme, wie sie typischerweise in Naturwissenschaften und Technik aufgegriffen und mit „linearen“ oder „rationalen“ Ansätzen adressiert werden. Es ist hier zielführend, fehlende Informationen zu sammeln und in Algorithmen anzuwenden, um Problemlösungen zu generieren (Farrell & Hooker, 2013). Es ist also eine Art „Puzzle“, das gelöst werden kann, in dem gegebene Daten nach allgemein bekannten Regeln ausgewertet werden (Cross, 1982). Die meisten unserer alltäglichen Probleme, die wir routinemäßig lösen, sind dieser Art.

„Wicked problems“ hingegen stellen sich je nach Perspektive und Wahrnehmung der Stakeholder unterschiedlich dar. Daher gibt es keine übereinstimmende Ansicht darüber, was das Problem eigentlich ausmacht. Was z.B. macht das Problem Armut aus? Ist es ein geringes Einkommen? Ist es soziale Deprivation? Falls ersteres, liegt es an der Schwäche des Wirtschaftssystems oder am Mangel personeller Fähigkeiten? Falls zweiteres, worin liegt das Defizit des Ausbildungssystems? Im Grunde findet hier – also schon in der Problemdefinition – eine Suche nach potenziellen Lösungen statt. Nur wenn sämtliche möglichen Lösungen bekannt wären, könnte das Problem eindeutig definiert werden. Problem- und Lösungsdefinition finden hier demnach gleichzeitig statt. Die Problemdefinition hängt also von der jeweiligen (individuellen, kontextgebundenen) Lösungsidee ab und ist daher umstritten (Rittel & Webber, 1973). Wicked problems sind damit

⁸ „Wicked“ wird hier im Sinne von „verzwickt“, „hartnäckig“ oder „widerspenstig“ verwendet.
⁹ „Tame“ kann mit „zahn“ übersetzt werden; Auch im Sinne von „harmlos“ zu verstehen.

sozial konstruiert und diese inhärente soziale Komplexität – im Gegensatz zur technischen Komplexität von tame problems – birgt gewisse Herausforderungen für politische Lösungsansätze. **Hier sind gute Entscheidungsfindungsprozesse, in denen konkurrierende Wertevorstellungen anerkannt werden, wesentlich;** Im Gegensatz zu tame problems, wo richtige/falsche Lösungen existieren und nach Einholen der erforderlichen Information eine optimale Entscheidung getroffen werden kann (Newman & Head, 2017). Für wicked problems gibt es nicht nur keine richtigen oder falschen Lösungen, sondern auch keine endgültigen Lösungen, weil die diffuse Problemdefinition auch keine Kriterien zulässt, die es erlauben würden, einen Lösungspunkt zu erkennen. Und weil Kausalketten sich weit in interagierende Systeme hinein verzweigen, was mit sich bringt, dass Auswirkungen von (Teil-)Lösungsversuchen nicht unmittelbar sichtbar werden und diese somit auch nicht bewertet werden können – eine besonders missliche Problemeigenschaft für Politikverantwortliche. An einer Lösung muss de facto anhaltend gearbeitet werden (Rittel & Webber, 1973).

Zusammenfassend lässt sich daraus ableiten, dass:

- Entscheidungsträgerinnen in den verschiedenen Politikfeldern die „grand challenges“ als wicked problems mit ihren charakteristischen Eigenschaften als solche erkennen sollten;
- Wicked problems mit ihren unscharfen Abgrenzungen, fehlenden augenscheinlichen Lösungen und Anfälligkeit zu unbeabsichtigten Kaskadeneffekten, andere Politikansätze, -instrumente und Haltungen erfordern, als das bisher der Fall war.

5 Neue Anforderungen an die FTI-Politik

Innovationen, und damit auch FTI-Politik, werden auch künftig eine Schlüsselrolle in der Begegnung der „grand challenges“ spielen. Allerdings, so ist sich eine wachsende Zahl an politischen Entscheidungsträgern, Expertinnen und Wissenschaftler einig, wird es eine **grundlegende Neugestaltung bisheriger Politikansätze** bedürfen, um diese für einen effektiven Umgang mit ebendiesen „wicked problems“ zu rüsten (Dixson-Declève, et al., 2023), (OECD, 2015 a), (OECD, 2021 b), (Schot & Steinmüller, 2018).

Eine Kernanforderung, die in diesem Kontext für (neue) FTI-Politik formuliert wird, ist es, sich die gezielte **Umgestaltung von sozio-technischen Systemen** als Aufgabe zu setzen. Dies ist das zentrale Erfordernis, um gesellschaftliche Transformationen voranzutreiben, was neben technologischen Innovationen vor allem auch kohärierende institutionelle und soziale Innovationen erfordert. Diese Kernanforderung bedingt deutliche Veränderungen in der Art und Weise, wie politische Maßnahmen geplant, gestaltet, umgesetzt und bewertet werden. Es betrifft also das „WIE“ der Innovationspolitik. Diese neue Anforderung wird bspw. auch Seitens der Europäischen Kommission eingemahnt:

„[...] policy must strive for transformative, **system-level, innovation** in enabling and accelerating the necessary transformations. [...] System-level innovation is increasingly seen as a legitimate and achievable policy goal” (Pontikakis, et al., 2022).

Ähnlich formuliert es die OECD in ihrem Science, Technology and Innovation Outlook 2021:

“In particular, science, technology and innovation (STI) policy should shift towards supporting a more ambitious agenda of **system transformation** that promotes a managed transition to more sustainable, equitable and resilient futures” (OECD, 2021 a).

Wie dieser Anforderung entsprochen werden und kann und welche Konsequenzen das für die Politikgestaltung hat, darauf wird in den nächsten Kapiteln im Detail eingegangen.

Eine zweite Kernanforderung ist es, Innovationsbemühungen, anders als bisher, in **gesellschaftlich gewünschte Richtungen zu lenken**. Damit ist gemeint, dass Innovationen dem Wohl aller dienen sollten. Das war auch bisher die Intention; Allerdings hat sich das Modell, das für den überwiegenden Teil der gängigen Politikinitiativen Pate steht, und das suggeriert, dass *technologische* Innovationen sämtliche Probleme lösen könnten und Wirtschaftswachstum befördern, von dem alle gleichermaßen profitieren, als Utopie erwiesen. Dennoch hat der Glaube an dieses Modell dazu geführt, dass sich eine gewisse Agnostik gegenüber den Inhalten von Innovationen ausgebildet hat und in der Innovationspolitik primär eine wirtschaftliche Agenda verfolgt wird. Diese un gelenkten Innovationsbemühungen haben wesentlich zu dem heute weit verbreiteten ressourcenintensiven, abfallproduzierenden und auf fossilen Energien basierenden Paradigma von Massenproduktion und Massenkonsum beigetragen. Gefordert wird nun, dass **Innovationen direkt zur Lösung gesellschaftlicher Probleme** beitragen sollten („Direktionalität“), was in etwa gleichbedeutend damit ist, dass Nachhaltigkeitsziele den ökonomischen Zielen vorangestellt werden. Diese zweite Kernanforderung betrifft also das „WAS“ der Innovationspolitik. Hohe F&E- und Innovationsraten allein können nicht mehr das Ziel sein. Die Europäische Kommission bemerkt in einem ESIR Focus paper¹⁰ hierzu folgendes:

“Current innovation policy is **not aligned with urgent societal challenges and needs**. Over the last decades it has been biased or skewed towards economic benefits in the form of extractive (short-term) corporate profits, feeding the pattern of global unsustainable development we witness today” (Dixson-Declève, et al., 2023).

Diese Forderung nach **Direktionalität** bringt auch bedeutende Änderungen mit sich, was die Rolle der öffentlichen Hand in der Politikgestaltung betrifft. Aus der Perspektive älterer Innovations-Paradigmen sollte diese eher der eines

¹⁰ Expert group on the economic and societal impact of research and innovation.

„Rahmensetzers und Ermöglichers“ entsprechen, der seine Eingriffe auf die Beseitigung von Markt- oder Systemfehlern beschränkt und ggf. auf negative Externalitäten *reagiert*. Direktionalität erfordert hingegen eine proaktive Rolle, in der Märkte mitgestaltet werden und in der direkt an der Lösung gesellschaftlicher Probleme mitgearbeitet wird (Borras & Edler, 2020). So stellt bspw. eine ehemalige OMV-Führungskraft fest:

“Nur die Politik kann den Ausstieg aus den Fossilen lenken. Der Markt wird nicht schnell genug auf Erneuerbare umstellen, weil er nur darauf reagiert, was jetzt Profit bringt“ (Prager & Trenkler, 2023).

Das erfordert auch die **Auseinandersetzung mit normativen Fragen** – etwa der Priorisierung von Nachhaltigkeitszielen versus die Ziele des Wachstumsparadigmas – und Fragen der Machtverteilung. Im Grunde wird damit die Abkehr von einer Politik propagiert, die sich an den Prinzipien des Washington-Konsens¹¹ orientiert, und die von ihren Verfechtern u.a. als „Marktfundamentalismus“ bezeichnet wird (Stiglitz, 2010). (Mazzucato, 2013) fordert in diesem Kontext einen „unternehmerischen Staat“, wobei die Herausforderung auch darin liegen wird, das Streben nach Wirtschaftswachstum und (regionaler) Entwicklung mit der Notwendigkeit einer stärkeren „**Lenkung**“ der **Innovationsaktivitäten in Richtung ökologischer und sozialer Nachhaltigkeit** in Einklang zu bringen. Direktionalität bedeutet jedoch nicht, bestimmte Innovationen oder Entwicklungspfade um jeden Preis durchzusetzen. Vielmehr geht es darum, sicherzustellen, dass Niemand von der Auswahl und Gestaltung der Entwicklungspfade ausgeschlossen bleibt und dass vielfältige Entwicklungsmöglichkeiten offen bleiben.

Es sind diese beiden skizzierten Kernanforderungen, die das Wesen einer neuen Generation¹² von Innovationspolitik ausmachen, die sich in der akademischen Welt bereits seit mehr als einem Jahrzehnt herausbildet und sich in den letzten Jahren in der Politik-Praxis verschiedener Länder und Regionen erkennen lässt. Diese neue Generation der FTI-Politik wird u.a. als **transformative Innovationspolitik (TIP)** bezeichnet. Es ist das zentrale Anliegen dieses Berichts, ein fundiertes Verständnis über das Wesen dieses neuen FTI-Paradigmas zu ermöglichen. Dieses Anliegen ist nicht zuletzt deswegen relevant, weil ein ungenügendes Verständnis wissenschaftlicher Konzepte und Theorien deren effektive Umsetzung durch Politikakteure in der Praxis deutlich einschränkt – was auch als Befund einer Analyse der Umsetzung des Smart-Specialisation-Konzepts seitens der Europäischen Kommission formuliert wird:

¹¹ Dem Staat wurde im Washingtoner-Konsens eine völlig untergeordnete Rolle zugeschrieben: „Der Staat solle lediglich den institutionellen Rahmen bereitstellen und nur dann eingreifen, wenn es zu ‚Marktversagen‘ kommt.“ (Kalinowski, 2005).

¹² In der Literatur ist auch von „Paradigmen“ oder „Frames“ die Rede.

“[...] there is a **need to improve policy learning** about how to effectively transfer and operationalise policy concepts. The relative success of innovation policies based on concepts and ideas (from academia), depends on how the concepts are communicated and assimilated by policy makers [...]” (*Laranja, Perianez-Forte, & Reimeris, 2022*).

Auch (Borras & Schwaag Serger, 2022) weisen darauf hin, dass zuletzt mehrere Länder und Regionen neue FTI-Instrumente mit transformativen Ambitionen eingeführt haben, diese in der Umsetzung aber zum Teil unter ihren Erwartungen bleiben:

*“While many programs are very ambitious, **policy-makers might have understood ‘transformative’ in a loose manner**, designing the instruments without being properly informed by theory.”*

Um nun das neue Paradigma der transformativen Innovationspolitik besser zu verstehen ist es hilfreich, dieses mit den bisher üblichen Ansätzen zu kontrastieren. Daraus wird deutlich, woraus die Defizite traditioneller FTI-Ansätze in der Begegnung aktueller gesellschaftlicher Herausforderungen resultieren, und worin sich das neue Paradigma von diesen Ansätzen unterscheidet. Und so viel sei vorweggenommen: Die neue Generation der FTI-Politik kann keine inkrementell verbesserte Variante bisheriger Zugänge sein, sondern muss als tiefgreifende Neugestaltung verstanden werden (Diercks, Larsen, & Steward, 2019).

6 Evolution der FTI-Politik

TIP gehen zwei ältere Generationen von FTI-politischen Ansätzen voraus, die sich seit dem 2. Weltkrieg entwickelt haben und die den heutigen Mainstream der FTI-Politik darstellen.

6.1 Erste Generation: F&E und Regulierung für Wachstum

Die erste Generation der FTI-Politik hat ihren Ursprung in der Zeit des zweiten Weltkriegs. Im Zentrum stand der Bedarf des Militärs an wichtigen Kriegstechnologien wie Atomtechnik, Antriebstechnik oder Materialtechnik. Um diese **Technologieziele** zu erreichen, wurde der (Grundlagen-)Forschung eine zentrale Rolle beigemessen. Technologieentwicklung wird hier demnach als ein „**science-push**“ Ansatz verstanden. Um die notwendigen Großtechnologien in kurzer Zeit bereitzustellen, wurden beträchtliche Summen öffentlicher Mittel in große Forschungsinfrastrukturen investiert, wobei die öffentliche Finanzierung damit gerechtfertigt wurde, dass diese Technologien nicht über private Initiativen entstanden wären – es sich also um öffentliche Güter handelte. In diesem Kontext ist verständlich, dass privatwirtschaftliche Anwendungsmöglichkeiten überhaupt keine Rolle spielten, ebenso wenig wie die Diffusion der Technologien. Zielsetzungen und die zu fördernden Technologien wurden dabei von kleinen Expertengruppen aus

Verwaltung und Militär definiert (Gassler, Polt, & Rammer, 2006). Die Politik hatte dabei einen starken **nationalen Fokus** und war damit als nationale top-down FTI-Politik konzipiert.

Führt man sich diesen Hintergrund vor Augen wird klar, dass es sich hierbei um „**tame problems**“ handelt: Technologiebasiert, daher mit technologieorientierter Forschung zu lösen; Klare, unumstrittene Problemdefinitionen und Zielsetzungen, daher genügen kleine Zirkel in der Bearbeitung; Diffusion der Lösung ist irrelevant, daher keine Einbindung der Nachfrageseite notwendig.

Der Ansatz hat sich insofern als erfolgreich erwiesen, als Atomkraftnutzung bereits Mitte der 40er Jahre realisiert wurde und Ende der 50er erste Weltraumfahrten stattfanden. Der Ansatz war also für diese Art der Herausforderung ein passender. Der Erfolg hat dazu geführt, dass dieser Zugang ab den 60er Jahren auch auf zivile Technologiefelder mit kommerziellem Anwendungspotenzial ausgeweitet wurde. Dahinter stand auch eine „catching-up“ Politik jener Länder¹³, die nach dem Krieg technologischen Nachholbedarf orteten, wobei *starke industriepolitische Züge* deutlich wurden und auch entsprechende Zielsetzungen wie *Wirtschaftswachstum* in den Fokus der FTI-Politik rückten. Ebenso kommen vermehrt industriepolitische Instrumente wie die Förderung „nationaler Champions“ oder der Aufbau von Großunternehmen¹⁴ in wichtigen Märkten zu Einsatz (Meissner, Polt, & Vonortas, 2017). Das macht auch deutlich, dass **lokale oder regionale Aspekte im Sinne einer „place-based policy“** nach wie vor keine große Bedeutung hatten. Das lange vorherrschende neoklassische Verständnis von Wissen, Technologie und Wachstum sowie deren Zusammenhänge ging davon aus, dass (technologisches) Wissen allen zugänglich und überall verfügbar war, was über lange Sicht auch zur Konvergenz der Entwicklung verschiedener Regionen führen würde. Eine Berücksichtigung regionaler Kontexte war damit nicht nötig. Tatsächlich jedoch führte die auf F&E fokussierte, nationale, top-down konzipierte FTI-Politik dazu, dass sich regionale Disparitäten verstärkten, weil weniger entwickelte Regionen etwa geringere Kapazitäten zur Absorption von Förderangeboten aufwiesen (Howells, 2005).

Mit den zunehmenden industriepolitischen Zügen ging auch ein steigendes Interesse an den Einflussfaktoren des Wirtschaftswachstums einher, worauf (Abramovits, 1956) und (Solow, 1957) Ende der 50er in ihren „Growth Accounting“ Studien Antworten lieferten. Sie wiesen darauf hin, dass der größte Anteil des Wirtschaftswachstums nicht auf Zunahme der Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital zurückzuführen sei, sondern auf *technologischen Fortschritt*. Während in der älteren neoklassischen Wachstumstheorie dieser technologische Fortschritt als exogen und damit nicht durch politische Maßnahmen beeinflussbar verstanden wird, wurde dieser in der neuen Wachstumstheorie endogenisiert, wobei **technologisches Wissen als zentrale Erklärungsdeterminante** für technologischen Fortschritt und damit für wirtschaftliches Wachstum identifiziert

¹³ Insbesondere Deutschland und Japan.

¹⁴ Die Gründung von Airbus ist hier ein paradigmatisches Beispiel.

wurde (Bessau & Lenk, 1999). Das untermauerte die bisher angenommene Bedeutung der Forschung(-sförderung) für das angestrebte Wachstum und die zentrale Rolle der öffentlichen Hand als Financier. Unter dem Eindruck der Wichtigkeit von Forschungswissen und Technologie wurden Politikmaßnahmen darauf ausgerichtet, private Forschung in Unternehmen zu stimulieren. Dazu zählen etwa direkte Forschungsförderungen oder auch die steuerliche Forschungsförderung. Ein Repräsentant aus dieser Denkschule ist die F&E-Quote als zentraler Performance-Indikator.

Die Notwendigkeit und Legitimation des Einsatzes öffentlicher Mittel zur (technologischen) Wissensproduktion leitete sich vor allem aus den Arbeiten von (Nelson R. , 1959) und (Arrow, 1962) ab, die technologischem Wissen die Eigenschaften eines **öffentlichen Gutes** zuschrieben. D.h., die Nutzung von Wissen kann von verschiedenen Akteuren gleichzeitig erfolgen¹⁵ und Akteure können von einer Nutzung nicht ausgeschlossen werden¹⁶, weil für Wissen keine Nutzungsrechte zu definieren sind. Diese dem Wissen zugeschriebenen Eigenschaften lassen Wissens-Spillover erwarten, wodurch Wettbewerber an Wissen gelangen können, ohne die (vollen) Kosten für dessen Produktion tragen zu müssen. Der Anreiz, dieses Gut – also technologisches Wissen – privat zu erzeugen, ist demnach (zu) gering, womit ein **Marktversagen** attestiert wird und womit öffentliche Investitionen in F&E gerechtfertigt werden.

Das **vorherrschende Innovationsmodell** dieser Generation der FTI-Politik ist das **lineare Modell**.¹⁷ Es beschreibt technologische Entwicklung als sequenzielle Abfolge von Invention (F&E) als Startpunkt und führt über Innovation hin zur Diffusion. Es suggeriert, dass Input auf der Angebotsseite (F&E) direkt zu erhöhtem Output in Form neuer kommerzialisierbarer Produkte führe. Daraus wurde abgeleitet, dass angebotsseitige Faktoren wie Grundlagen- und angewandte Forschung die wesentlichen Ansatzpunkte der öffentlichen Förderpolitik darstellen sollten. Darin verdeutlicht sich nochmals der starke „science-push“ Charakter dieses Paradigmas.

Hervorzuheben sind die Annahmen, dass Forschungsergebnisse von Unternehmen¹⁸ ohne weiteres Zutun in Innovationen übergeführt werden können und diese ebenso unweigerlich zu Wirtschaftswachstum führen. **Inwiefern dieses Wachstum zu**

¹⁵ Die Eigenschaft der sog. „Nicht-Rivalität“.

¹⁶ Die Eigenschaft der sog. „Nicht-Anwendbarkeit des Ausschlussprinzips“.

¹⁷ Eigentlich kann man hier von der Gruppe der „Stage-Modelle“ sprechen, von denen das einfache lineare Modell ein bekannter Vertreter ist, und sich im Laufe der Zeit in detailliertere Varianten entwickelt hat.

¹⁸ Die Fähigkeit, aus Inventionen auch Innovationen zu generieren, wird in diesem Paradigma eher den großen Unternehmen zugeschrieben. Das folgt u.a. aus Schumpeters Modell II, in dem Schumpeter den Großunternehmen aufgrund ihrer Marktmacht bessere Bedingungen zur Aufbringung von Investitionen in Innovationen zuschreibt – nicht nur aufgrund höherer verfügbarer Finanzmittel, sondern auch aufgrund der Möglichkeit, die Investitionen durch Markteintrittsbarrieren zu schützen, indem Konkurrenten durch inkrementelle Innovationen Überlegenheit signalisiert wird (Schumpeter, Kapitalismus, Sozialismus und Demokratie, 1993).

allgemeinem, gesellschaftlichem Wohlergehen führt, bleibt eher dem Zufall überlassen. Gegenüber den Inhalten und Auswirkungen des technologischen Fortschritts (jenseits des Wirtschaftswachstums) stand man zunächst völlig unkritisch gegenüber. Der Leitgedanke war: Innovation – je mehr, desto besser.

*“The only bad innovation is the innovation that did not come about”
(Diercks, Larsen, & Steward, 2019).*

Einige davon mit reichlich misslichen Wirkungen: In der Pharmazie etwa der 1954 entwickelte Wirkstoff Thalidomid, der als Schlafmittel in Umlauf gebracht wurde und schwere Missbildungen bei Säuglingen verursachte (Contergan-Skandal). Oder in der Chemie die Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) als innovatives Kältemittel und Treibgas, mit drastischen Folgen für die Ozonschicht. Solchen negativen Auswirkungen von Innovationsaktivitäten stand man eher fatalistisch gegenüber und akzeptierte sie als die Kosten des Fortschritts. Erst in den 70ern und 80ern begann man, veranlasst durch Ereignisse wie Tschernobyl oder die Schädigung der Ozonschicht, zu reagieren. Auch Werke wie „The Limits to Growth“ (Meadows, Meadows, Randers, & Behrens, 1972) des Club of Rome trugen dazu bei, dass sich gesellschaftlicher Protest gegen die negativen Konsequenzen des „unkontrollierten“ Fortschritts formierte. Die zurückhaltende Reaktion der Politik beschränkte sich dabei allerdings auf das Instrument der Regulierung, in Form von Regulierungsbehörden oder auch Verboten, das jedoch immer erst ex-post zum Einsatz kam. Das Montrealer Protokoll beispielsweise, das zum Ausstieg aus ozonschädlichen Chemikalien führte, trat 1989 in Kraft. Negativen Auswirkungen technologischen Fortschritts sollte mit weiterem technologischem Fortschritt begegnet werden, so die Grundhaltung.

Länder, denen die Mittel fehlten, um massiv in F&E zu investieren, wurden abhängig vom produzierten Wissen und den Technologien anderer. Zusätzlich erforderte die Anwendung neuer Technologien komplementäre Infrastrukturen und Fähigkeiten, die in weniger entwickelten Ländern kaum vorhanden waren. Nicht alle profitierten also vom Fortschritt in gleicher Weise. Das hat einige Länder bspw. in Ostasien dazu gebracht, eine Politik der Importsubstitution zu verfolgen und eigene Innovationskapazitäten aufzubauen, deren Erfolg auch zur Entstehung der zweiten Generation der FTI-Politik mit Fokus auf nationale Innovationssysteme beigetragen hat (Schot & Steinmüller, 2018).

Steckbrief – FTI-Politik der 1. Generation:

- Ziel: Wirtschaftswachstum
- Strategie: F&E-Investitionen sicherstellen
- Fokus: Technologie und (Groß-)Unternehmen
- Annahme 1: F&E führt zu Wachstum, was quasi automatisch zu gesellschaftlichem Wohlergehen als „Bonus“ führt.
- Annahme 2: (Technologische) Innovation ist per se positiv. Negative Konsequenzen können durch Regulierung und weitere Innovationen aufgefangen werden.

6.2 Zweite Generation: Innovationssysteme für Wettbewerbsfähigkeit

Das Wachstum in vielen Ländern in den Jahren nach dem 2. Weltkrieg hat in der Kombination mit der zunehmenden **Globalisierung den Wettbewerbsdruck zwischen den Ländern** erhöht. Das Wirtschaftswachstum war allerdings sehr unterschiedlich stark und viele der weniger entwickelten Länder konnten ihren Rückstand nicht wettmachen. Diese Erfahrung hat das etablierte FTI-Paradigma in Frage gestellt, weil so große Unterschiede in den Wachstumsraten – damals v.a. mit Blick auf Japan und die kleinen Tigerstaaten mit erstaunlich hohem Wachstum – und die Trägheit des Aufholprozesses in anderen Ländern nicht mit der Hypothese der freien Verfügbarkeit, Anwendbarkeit und raschen Verteilung von technologischem Wissen vereinbar waren (Schot & Steinmüller, 2018). Später hat die Europäische Kommission ein „Europäisches Paradoxon“ dargestellt, das in dieselbe Kerbe schlägt: So stünden die F&E-Aufwendungen in keinem Verhältnis zu Innovation und Wachstum. Die Annahme, dass Innovation ohne Zutun aus F&E folgt, hat sich nicht bewahrheitet.

“Compared with the scientific performance of its principal competitors, that of the EU is excellent, but over the last fifteen years its technological and commercial performance [...] has deteriorated” (European Commission, 1995).

Des Weiteren rückte angesichts der überraschend unterschiedlichen Performance der Länder in einem zunehmend liberalisierten Handelssystem der Aspekt der Wettbewerbsfähigkeit ins Zentrum der Aufmerksamkeit der FTI-Politik, die nach wie vor eine sehr starke wirtschafts- und industriepolitische Affiliation aufwies. Die **Aufrechterhaltung der Wettbewerbsfähigkeit**, um auf internationalen Märkten bestehen zu können und somit ein kontinuierliches Wachstum zu sichern, etablierte sich so als zentrale Zielsetzung der FTI-Politik in diesem neuen Paradigma.

Mehrere empirische Arbeiten trugen in den 60er und 70er-Jahre dazu bei, die Entwicklungen besser erklären zu können. Während zuvor Schumpeters Ansicht vertreten wurde, die Nachfrageseite würde sich einfach an die Angebotsseite

anpassen, d.h. Konsumenten würden übernehmen, was immer ihnen von Unternehmen an Innovationen geliefert würde, argumentiert (Schmookler, 1966) erstmals für die Bedeutung der Nachfrageseite im Innovationsprozess. Seine Arbeit deutete darauf hin, dass Innovationen eher dort auftreten, wo große Nachfrage herrscht. Ein weiterer Meilenstein waren die sog. Sappho-Studien (Rothwell, 1972), (Rothwell, 1977), die gezeigt haben, dass – neben F&E – v.a. die Interaktionen und Feedbacks innerhalb und zwischen Organisationen entscheidend für Innovationen sind.

Es hat sich gezeigt, dass der **Mehrwert hinter diesen Interaktionen die damit verbundenen Lernprozesse** sind. Anders als im linearen Modell der ersten FTI-Generation, das suggeriert, dass das für Innovationen relevante Wissen aus vorangestellter F&E zur Verfügung gestellt wird und als frei verfügbares (öffentliches) Gut von Unternehmen aufgegriffen wird, um Innovationen hervorzubringen, kam man nun zur Einsicht, dass jene Art von Wissen besonders relevant für die Innovationskraft sei, die nur durch eigene Erfahrung in der Auseinandersetzung mit dem Problem aufgebaut und in direkter Interaktion mit anderen Akteuren weitergegeben werden kann. (Lundvall, 2010) spricht hierbei von „learning by doing“, „learning by using“ und „learning by interacting“ als Prozesse, die notwendig sind, damit dieses „**tacit knowledge**“¹⁹ aufgebaut und weitergegeben werden kann. Im Gegensatz zu den formalen Wissensbildungsprozessen in F&E-Labors fällt dieses Wissen in allen unternehmerischen Funktionsbereichen an (Pyka, 2019).

Tacit knowledge, oder implizites Wissen, ist also dadurch charakterisiert, dass es nicht kodifiziert ist – z.B. in Form von Büchern oder Daten – sondern erfahrungsgebunden, nicht verbalisierbar oder formalisierbar ist und so einzelnen Individuen zu eigen ist. Das Aneignen, Transferieren und die Verwendung von implizitem Wissen sind daher kostspielig und schwierig. (von Hippel, 1994) spricht in diesem Zusammenhang auch von „sticky knowledge“, das am besten durch direkten Kontakt zwischen Individuen weitergegeben werden kann.

Dem gegenüber steht explizites Wissen, das in kodifizierter Form zur Verfügung steht, bspw. in Büchern, Patenten oder auch Artefakten, damit einfach kommunizierbar ist, und das im Zentrum der ersten Generation der FTI-Politik stand. Oft wird es auch als „Information“ im Sinne von „know-what“ dem impliziten Wissen im Sinne von „know-how“, „know-why“ und „know-who“ gegenübergestellt (Lundvall, 2010).

Auf Basis dieser Erkenntnisse wurde klar, dass die unterschiedlichen Entwicklungsgeschwindigkeiten zwischen den Ländern darauf zurückzuführen seien, dass sie die für notwendig und besonders relevant erachteten Lernprozesse mit unterschiedlichem Erfolg etablieren konnten. Diese **Lernprozesse erfordern besondere organisationale Konfigurationen**, für die (Freeman, 1987) den Begriff

¹⁹ „Tacit knowledge“ wird oft als „Erfahrungswissen“ übersetzt.

„**Nationale Innovationssysteme**“ prägte. Diese Konfigurationen beinhalten z.B. die Art und Weise, wie Unternehmen intern ihre Informationsflüsse und Lernprozesse organisieren – etwa abteilungsübergreifend oder nicht, wie Beziehungen zwischen Unternehmen organisiert sind – etwa eher kompetitiv oder auch kooperativ, inwiefern Interaktionen zwischen Produzenten und Konsumenten etabliert sind, oder inwiefern Netzwerke zum informellen Austausch bestehen. Daneben sind die Rolle und Einbindung der öffentlichen Hand, des Finanzsektors und des Bildungssystems ausschlaggebend für die Effizienz des Innovationssystems (Lundvall, 2010).

Diese neu bewertete Relevanz von implizitem Wissen und die Eigenschaft, nicht einfach transferierbar zu sein, macht Spillover-Effekte unwahrscheinlicher. Zusätzlich weisen (Atkinson & Stiglitz, 1969) in ihrer „Theorie des lokalen technischen Fortschritts“ darauf hin, dass neues Wissen meist sehr technologiespezifisch ist und damit nur für Unternehmen von Wert ist, die die gleiche Technologie anwenden. Mit anderen Worten: Das innovierende Unternehmen muss kaum Imitation befürchten. Die **Absorptionsfähigkeit** von Unternehmen, basierend auf formaler Bildung, Erfahrung im Bereich als auch sozialen Fähigkeiten, ist daher ein weiterer zentraler Faktor für die Innovationsfähigkeit (Cohen & Levinthal, 1989).

Die Einsicht, dass Wissen also zumindest teilweise ein privates Gut sei, erforderte auch eine **neue Legitimation** staatlicher Förderung. **An die Stelle des Marktversagens trat nun ein Systemversagen**, mit dem funktionale Mängel²⁰ des Innovationssystems zusammengefasst wurden. Die Hauptstrategie der FTI-Politik verlagerte sich damit weg von F&E-Stimulation, hin zu einer Förderung von Kooperationen, Lern- und Transferprozessen und der Absorptionsfähigkeit der Unternehmen. Typische Maßnahmen wären Kompetenzzentren, Technopole, Science Hubs oder kooperative Forschung, die allesamt auch heute in regionalpolitischen Programmen verankert sind (Schot & Steinmüller, 2018). Funktionale Aspekte rücken also ins Zentrum der FTI-Politik und die Rolle des Staates wird in der **Regulierung und Gestaltung innovationsfördernder Rahmenbedingungen** gesehen. Ab den 90er Jahren wurde damit die bisher an Themen orientierte FTI-Förderung immer mehr um an generischen Funktionen von Innovationssystemen ansetzende Instrumente ergänzt (Gassler, Polt, & Rammer, 2006).

Diese Änderungen spiegeln sich auch in den Innovationsmodellen wider. **Das lineare Modell wird durch interaktive Modelle** wie dem sog. Chain-Linked-Model (Kline & Rosenberg, 1986) **ersetzt**, die auch Kooperationen und damit auch die Rolle des impliziten Wissens berücksichtigen. D.h. Wissensproduktion wird nicht mehr als linearer Prozess, sondern als multi-direktionaler Interaktionsprozess vieler Akteure modelliert. Damit wird ein systemisches Verständnis des Innovationsprozesses etabliert, wobei F&E nicht mehr unbedingt den Startpunkt bilden muss.

²⁰ Z.B. Netzwerkfehler, institutionelle Mängel, Mangel an Infrastruktur und Kompetenzen.

Die Kenntnis über implizites Wissen und die damit verbundene Relevanz interaktiven Lernens hat zudem **räumliche Aspekte ins Zentrum der Aufmerksamkeit gerückt**. (Lundvall, 2010) setzt die *nationale* Ebene für Innovationssysteme als Rahmen, weil er die für Lernprozesse notwendige komplexe Kommunikation zwischen den Beteiligten als effizienter erachtet, wenn diese geteilte Normen und auf gemeinsamer Kultur basierende Interpretationssysteme aufweisen, was er beides auf nationaler Ebene als gegeben ansieht. Wissen verbreite sich nicht leicht außerhalb des sozio-kulturellen Milieus, in dem es entstanden ist.

Die beobachteten **regionalen Konzentrationen von Innovationen** (siehe z.B. (Saxenian, 1996) für Silicon Valley und Route 128) haben auch die Frage nach den Grundlagen *regionaler* Innovationsvorteile aufgeworfen, auf denen Konzepte wie regionale Innovationssysteme, innovative Milieus, Industriedistrikte oder Cluster beruhen. Zusammenfassend lassen sich **regionale Konzentrationen von Unternehmen und Innovationen** durch folgende Punkte erklären:

- Ressourcenkonzentration: Regionale Verfügbarkeit wichtiger Ressourcen (z.B. Kohle, Sonne, Holz, Wissen).
- Transaktionskostenvorteile: Transport- und Kommunikationskostensparnisse – auch aufgrund von pfadabhängigen Agglomerationsprozessen.
- Spezialisierungsvorteile: Bspw. ein spezialisierter Arbeitsmarkt, spezialisierte Zulieferer oder Dienstleister.
- Direkte Interaktionen: Durch räumliche Nähe steigen die Chancen direkter Interaktion und vertrauensvoller Kooperationsbeziehungen, spezialisierter Vokabulare und Lerneffekte.
- Regionale Kulturen und Institutionen: Gemeinsame Werte und Traditionen, positive Kooperationserfahrungen oder institutionell stabilisierte Verhaltensmuster lassen lokale Routinen, Bräuche und allgemein akzeptierte Selbstverständlichkeiten entstehen, die allesamt die bestehenden Netzwerke stabilisieren.

Mit der Berücksichtigung dieser lokal bzw. regional bestehenden Innovationsvorteile nahm auch die **Relevanz der Regionen** und der **regionalen Innovationspolitik** deutlich zu.

Trotz des Übergangs von einem linearen Verständnis hin zu einem systemischen Verständnis des Innovationsprozesses bleiben auch in dieser zweiten Generation der FTI-Politik einige Gemeinsamkeiten mit dem Vorgängerparadigma bestehen. **Innovation** wird nach wie vor **per se positiv gesehen und es wird nach wie vor davon ausgegangen, dass technologischer Fortschritt ohne weiteres Zutun zu sozialem Fortschritt und gesellschaftlichem Wohlstand führt** (s. auch Abbildung 1). Und trotz der Einbindung einer breiteren Gruppe an Akteuren in der Systemgestaltung bleibt FTI-Politik nach wie vor stark **technokratisch angelegt, unternehmens- und technologieorientiert** mit einem engen Innovationsverständnis. Die „science-push“ Perspektive bleibt bestehen und eine breitere gesellschaftliche Diskussion hinsichtlich technologischer Optionen und möglicher bzw. wünschenswerter Entwicklungsrichtungen findet nicht statt. (Dutrenit & Sutz, 2014) sowie einige andere gehen so weit zu behaupten, dass der

Ansatz der nationalen Innovationssysteme zu sozialer Ausgrenzung führe, und fordern eine Demokratisierung der Wissensproduktion.

Dieses Paradigma tritt ab den 90ern in den Vordergrund und prägt das bis heute dominante Verständnis von Innovation(-spolitik).

Steckbrief – FTI-Politik der 2. Generation:

- Ziel: Wettbewerbsfähigkeit
- Strategie: Förderung von Kooperation und interaktivem Lernen – auch unter Berücksichtigung regionaler Kontexte (z.B. regionale Innovationssysteme)
- Fokus: Technologie und Unternehmen in Netzwerken.
- Annahme 1: F&E und funktionierende Systeme führen zu Wettbewerbsfähigkeit, was quasi automatisch zu gesellschaftlichem Wohlergehen als „Bonus“ führt.
- Annahme 2: (Technologische) Innovation ist per se positiv.

6.3 Dritte Generation: Transformation zur Nachhaltigkeit

Die oben dargestellten Paradigmen der FTI-Politik haben **viele Jahrzehnte lang durch ihre innovationsfördernde Wirkung wesentlich zum Wachstum vieler Länder und Wohlstand eines großen Teils deren Bevölkerung** beigetragen. (Loorbach, 2014) hat drei Treiber und deren Zusammenspiel für den enormen Fortschritt und die resultierenden Systemkonfigurationen der modernen Gesellschaft identifiziert, die sich auch in den alten FTI-Paradigmen wiederfinden: Zentralisierte Kontrolle, fossile Ressourcen und lineares Denken.

- Zentralisierte Kontrolle: In Zeiten der frühen Industrialisierung, in denen der Großteil der Menschen aufgrund mangelnder Selbstorganisationsfähigkeit noch nicht vom Fortschritt profitierten, etablierte sich das Model der Nationalstaaten, die – auch ermöglicht durch neue Technologien in großem Maßstab – die Verteilung von Energie, Lebensmitteln und Dienstleistungen durch zentrale Planung und Organisation übernahmen. Das typische top-down Regime und der dazugehörige Wohlfahrtsstaat ermöglichten zentrale Entscheidungsfindung bei gleichzeitiger Eindämmung sozialer Unruhen.
- Fossile Ressourcen: Die Verfügbarkeit üppiger und billiger fossiler Ressourcen sowie darauf basierender Technologien ermöglichten Massenproduktion, industrialisierte Landwirtschaft und zentralisierte Energiesysteme, was den Nationalstaaten Wachstum und die Finanzierung des Wohlfahrtsstaates gestattete.
- Lineares Denken: Der Dominanz der zentralisierten Organisation liegt ein top-down geprägtes, lineares Denkmuster zugrunde, in dem man von Planbarkeit und Vorhersagbarkeit ausgeht. Es steht in Verbindung mit einer Kultur, in der Wachstum durch Planung, Spezialisierung und andauernden

Effizienzsteigerungen ermöglicht wird. Dahinter steht ein inkrementelles Verständnis von Veränderung, die schrittweise auf gegenwärtigen Beständen aufbaut.

Allerdings machte sich spätestens seit den frühen 60ern, wo erste **Bedenken aus der Gesellschaft formuliert wurden, bemerkbar, dass die Art des Fortschritts auf Basis dieser drei Triebkräfte, die durch die bisherige FTI-Politik mitgeformt wurde, wenig nachhaltig war und an Grenzen stößt**. Viele Bemühungen im Geiste der alten FTI-Paradigmen – etwa Regulierung und technologische Innovationen – haben Probleme kurzzeitig gemildert. Resultierende CO₂-Reduktionen bspw. wurden allerdings durch stetiges (Konsum-)Wachstum mehr als egalisiert. Das dominante Wachstumsparadigma hat zusätzlich dazu beigetragen, die Kontrolle weg von Regierungen, hin zu Märkten zu verlagern, was die Steuerungsmöglichkeiten weiter einschränkt und den Status quo verfestigt. Die Annahme, mit Regulierung, „grünen“ Technologien und Umverteilung mögliche negative Externalitäten in den Griff bekommen zu können, wird damit noch unwahrscheinlicher.

(Soete, 2013) führt hierzu aus, dass Innovationen oft zu Prozessen beitragen, die er als „destructive creation“²¹ bezeichnet, und durch die **wenige auf Kosten vieler von diesen Innovationen** profitieren. Dabei werden *inkrementelle* Innovationen dazu eingesetzt, den Wert bestehender Güter zu vernichten und Konsumenten dazu zu bringen, Käufe in kürzeren Abständen zu wiederholen. Eine kurzfristige Zunahme an Arbeitsplätzen steht dabei langfristigem Produktivitäts-, Arbeitsplatz- und Wohlstandsverlust gegenüber. Der eigentliche Zweck der Innovation ist damit nicht gesellschaftlicher Fortschritt, sondern Profitmaximierung, was sich gut in das Wachstumsparadigma einpasst: Beispiele hierfür sind neue Produktdesigns²² oder Software-Entwicklungen ohne Kompatibilität mit älteren Versionen. „Geplante Obsoleszenz“ ist der Extremfall solcher Praktiken.

Der Fokus industrieller Forschung und Innovation war also bisher stark auf **kontinuierliche Verbesserungen** bestehender Produkte ausgerichtet, die somit zur stetig steigenden Nachfrage nach verbesserten Produktversionen beigetragen haben und die Basis für das beschriebene Wachstumsmodell bilden, das sich durch Massenkonsum und -Produktion auszeichnet und damit nicht nur ökologische Probleme mit sich bringt, sondern auch soziale. In reichen Ländern haben sich Einkommensunterschiede weiter verschärft, und viele ärmere Länder konnten den Rückstand bis heute nicht aufholen.

Ein wesentlicher Grund für diese Auswirkungen der Innovationsbemühungen der ersten und zweiten FTI-Generation ist die bereits eingangs erwähnte fehlende

²¹ In Anlehnung an Schumpeters „creative destruction“ (schöpferische Zerstörung). Er beschreibt damit den „[...] Prozess einer industriellen Mutation [...], der unaufhörlich die Wirtschaftsstruktur von innen heraus revolutioniert, unaufhörlich die alte Struktur zerstört und unaufhörlich eine neue schafft“ (Schumpeter, Kapitalismus, Sozialismus und Demokratie, 1993).

²² Ein Paradebeispiel ist die Modebranche.

Direktionalität in der FTI-Politik, d.h. die Ausrichtung der Innovationsbemühungen auf gesellschaftliche Herausforderungen und Probleme. Um zu verdeutlichen, warum Innovationen immer eine gewisse Direktionalität aufweisen – bisher eben auf Profit bzw. Wachstum – und warum diese schwierig zu verändern ist, ist es wichtig, das Konzept der „Pfadabhängigkeit“ zu verstehen.

6.3.1 Pfadabhängigkeit

Das Konzept der Pfadabhängigkeit postuliert, dass in der **Vergangenheit getroffene Entscheidungen, Denkweisen und Routinen in die Gegenwart hineinwirken, damit Handlungsmöglichkeiten einschränken und künftige Entwicklungen maßgeblich beeinflussen** (*Historizität*). Das kann dazu führen, dass

- i) ein einmal eingeschlagener Entwicklungspfad (z.B. eine bestimmte Technologie) sich zunehmend verengt, sich nicht mehr ohne weiteres verlassen lässt und ggf. zu einer Lock-in Situation führt;
- ii) sich trotz funktionierender Marktmechanismen ineffizientere Lösungen gegen effizientere Alternativen durchsetzen und etablieren können (*Selektionsanomalien*). Erfolgversprechendere Alternativen werden dabei ausgeschlossen (Lock-out).

(David, 1985) verdeutlicht das Phänomen am bekannten Beispiel des QWERTY-Tastaturdesigns. Diese Tastenanordnung erfolgte in Zeiten mechanischer Schreibmaschinen so, dass die am häufigsten verwendeten Buchstabenkombinationen räumlich getrennt sind, um Verhakungen der Typenhebel der Schreibmaschinen zu vermeiden. Ergonomie oder flüssiges Schreiben waren keine Kriterien. Dieses „*dominante Design*“ hat sich bis heute gehalten, obwohl die mechanische Einschränkung auf elektronischen Tastaturen nicht mehr besteht und überlegene Alternativen vorhanden wären²³.

Die QWERTY-Tastatur hat sich deshalb etabliert und die Durchsetzung anderer Designs verhindert, weil

- i) das damals neu aufkommende 10-Finger-System v.a. auf QWERTY-Tastaturen gelernt wurde. Es bestand damit eine hohe Komplementarität bzw. ein stabilisierender Interaktionseffekt zwischen Hardware (Schreibmaschinen mit QWERTY-Tastatur) und Software (Schreibfähigkeiten der Nutzer). (David, 1985) bezeichnet das als *technical interrelatedness*.
- ii) War QWERTY einmal eingelernt, wäre ein Umstieg auf andere Layouts kostspielig. Dies wird von David als *quasi-irreversibility of investment* bezeichnet. Hier spielt also die Sequenz von Ereignissen eine Rolle: Ohne Erfahrung ist Layout A und Layout B gleich aufwendig zu lernen. Ist zuerst

²³ Bspw. die Dvorak-Tastaturbelegung. Weitere Beispiele für inferiore, aber dennoch dominante Designs finden bzw. fanden sich etwa bei Betriebssystemen (MS-DOS vs. DR-DOS), Videotechniken (VHS vs. Betamax) oder Eisenbahn-Spurweiten (Normalspur vs. Breitspur).

Layout A eingelernt, dann ist die Umstellung auf B allerdings weit aufwendiger. Für einen Umstieg bräuchte es hier deutlich überlegene Layouts.

- iii) Netzwerkeffekte führten dazu, dass jede Entscheidung für QWERTY die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass die nächste Person auch QWERTY wählt. Die zunehmende Verbreitung senkte die Produktionskosten und steigende Skalenerträge stellten sich ein. Der Mechanismus der *economies of scale* wird von David als dritter Faktor geführt, der für das Auftreten von Pfadabhängigkeit verantwortlich ist (Beyer, 2006).

Netzwerkexternalitäten – als nachfrageseitige Form von economies of scale – spielen bei der Ausbildung von Pfadabhängigkeit eine zentrale Rolle (Katz & Shapiro, 1986). Sie entstehen, wenn Güter in Wechselwirkung mit Gütern anderer Nutzer einen Zusatznutzen für den einzelnen Nutzer erzeugen, wie zum Beispiel bei Faxgeräten oder Mobiltelefonen. Mit zunehmender Nutzerzahl steigt der Nutzen für den Einzelnen. Je größer bspw. die Anzahl der Nutzer eines bestimmten Softwarestandards ist, desto größer ist der erzielbare Nutzen für den Anwender. Gleiches gilt etwa für Social-Media-Plattformen wie Facebook. Auch Nutzungskomplementaritäten bei verschiedenartigen Gütern wirken ähnlich, wie beispielsweise PKW und Tankstellen oder Videorekorder und Videotheken. Hier hängt also der Nutzwert eines Gutes vom Diffusionsgrad eines kompatiblen Gutes ab.

Solche Netzwerkeffekte können dazu führen, dass sich ein Produkt oder Geschäftsmodell – **unabhängig von objektiver funktionaler Überlegenheit** – am Markt als Standard bzw. dominantes Design durchsetzt, wenn eine **kritische Masse** an **Anwendern** dieses bereits nutzt oder auch wenn die Nachfrager davon ausgehen, dass sich ein bestimmtes Gut künftig am Markt durchsetzen wird. Sie beeinflussen somit den Selektionsprozess am Markt. Ein paradigmatisches Beispiel ist der Kampf um einen Videostandard in den 70er und 80er-Jahren, wobei Sonys Betamax dem Konkurrenzsystem VHS von JVC anfangs technisch deutlich überlegen war. JVC setzte jedoch früh auf eine offene Lizenzpolitik sowie breite Verfügbarkeit von Inhalten als Kauf- oder Mietkassetten, konnte sich so rasch Marktanteile sichern und letztlich VHS als Standard durchsetzen.

Unter einem **dominanten Design** versteht man damit also ein breit akzeptiertes Produkt- oder auch Wertschöpfungskonzept, das von allen Wettbewerbern – Innovatoren als auch Imitatoren – befolgt wird. Anfang des 20. Jahrhunderts stand der Verbrennungsmotor im harten Konkurrenzkampf mit dampfbetriebenen als auch elektrisch betriebenen Motoren. Der Selektionsprozess hat den Verbrenner jedoch als dominantes Design hervorgebracht, womit eine Abkehr von diesem Entwicklungspfad umso schwieriger wurde.

„A dominant design in a product class is, by definition, the one that wins the allegiance of the market-place, the one that competitors and innovators must adhere to if they hope to command significant market following“ (Utterback, 1994).

Auch mit der QWERTY-Tastatur als dominantes Design wird ein Nutzer also kaum einen Wechsel auf ein neues Design versuchen, weil er damit von der Nutzensteigerung durch Netzwerkeffekte nicht partizipieren könnte. Das Risiko,

dass das neue Design nicht zum Standard wird, wäre zu hoch und im Falle des Scheiterns wären die Aufwendungen zur Umstellung verloren (*sunk costs*). Die Entscheidungen fördern daher die Wahl zugunsten des etablierten QWERTY-Standards – womit auch die Attraktivität der nicht gewählten Alternative sinkt – und untermauert somit die beständige Reproduktion des Status quo (Stephan, 2013). Gleiches gilt etwa beim Wechsel von PC-Betriebssystemen oder Antriebstechniken.

Solche **selbstverstärkenden Rückkoppelungseffekte** können also dazu führen, dass einmal eingeschlagene Entwicklungspfade und deren Ergebnisse nicht mehr einfach verlassen werden können – es kommt zu Lock-in Situationen. Dazu tragen die genannten Skalenerträge, Netzwerkeffekte, Lerneffekte bei Konsumenten und Produzenten sowie Erwartungen über künftige Entwicklungen bei. Welche Designs bzw. Technologien sich dabei durchsetzen, ist von vielen kleinen, oft unbedeutend erscheinenden Dingen abhängig (sog. *small events*) und kann aufgrund der komplexen Rückkoppelungseffekte und potenziellen Komplementaritäten kaum vorhergesehen werden.

Betrachtet man die Entwicklung von Technologien und Industrien modellhaft in Phasen, dann ist die **erste Phase von radikalen Innovationen geprägt, mit denen Pioniere um das dominante Design konkurrieren**. Es finden sich zahlreiche rivalisierende Varianten am Markt. Mit inkrementellen Verbesserungen – vor allem auf Basis der Erfahrungen aus der Anwendung – gewinnen die verschiedenen Pionierlösungen an Reife und (technologische) Unsicherheiten sinken. Verschiedene Gruppen haben unterschiedliche Ideen und bringen verschiedene Lösungen hervor, aber tendenziell setzt sich eine Lösung durch, indem Konsens über die dominante Bedeutung eines Artefakts entsteht. Selektion wird damit als ein sozio-kognitiver Prozess verstanden.

Durch die Herausbildung eines dominanten Designs in der **zweiten Phase entstehen**, wie oben dargestellt, **Pfadabhängigkeiten. Damit werden – und dieser Punkt ist von zentraler Bedeutung für die späteren Ausführungen – die Innovationsbemühungen stark eingeschränkt**, weil sie sich auf die durch das dominante Design vorgegebene Entwicklungstrajektorie beschränken (Dosi, 1982). Suchaktivitäten nach Lösungen richten sich auf bereits beschrittene Technologiepfade, weil so auf akkumulierte Erfahrungen zurückgegriffen werden kann – implizites Wissen ist relevant. Die Innovationstätigkeit beschränkt sich damit auf inkrementelle Entwicklung bestehender Basislösungen innerhalb eines technologischen Paradigmas und nicht alle potenziellen Entwicklungsrichtungen werden ausprobiert. Unternehmen fokussieren auf bestehende Kompetenzen und wenden sich ab von Alternativen, die ihre bestehenden Produkte obsolet machen könnten. Die Wissensbasis als auch Investitionsentscheidungen der Unternehmen schränken sich damit ein. So wird die Effizienz der bestehenden Lösung gegenüber anderen Varianten fortlaufend gesteigert, was ihr einen Wettbewerbsvorteil verschafft; Ein radikales Abweichen aus dieser Entwicklungstrajektorie wird aber immer schwieriger. Eine Technologie wird also nicht gewählt, weil sie effizient ist, sondern sie wird effizient, weil sie gewählt wurde – wobei die „Wahl“ eben aufgrund von „Selektionsanomalien“ auch auf suboptimale Lösungen fallen kann.

In der **dritten Phase** nähert sich die Grenze der technischen Möglichkeiten für weitere Innovationen. **Innovationstätigkeit verlagert sich auf inkrementelle Prozessinnovationen.** Wenn die Verbesserungspotenziale ausgeschöpft sind und sich keine Innovationen oder Kostensenkungen mehr hervorbringen lassen, steigt auch die Wahrscheinlichkeit einer grundlegenden Rekonfiguration des Systems.²⁴ In der letzten Phase schließlich steigt der Wettbewerb, die Zahl der Wettbewerber sinkt und die Industrie schrumpft (Stephan, 2013).

Pfadabhängigkeit und Lock-in Situationen mit ihrem starren Festhalten an ehemals gewählten Lösungen und deren Effizienzsteigerung wird **dann zum Problem, wenn sich die Rahmenbedingungen, die für die ursprüngliche Selektion der Lösung ausschlaggebend waren, verändern.** Der Selektionsmechanismus Anfang des 20. Jahrhunderts, der zur Auswahl des Verbrennungsmotors gegenüber dem Elektroantrieb und dampfgetriebenen Fahrzeugen führte, fand unter völlig anderen Bedingungen statt, als wir sie heute haben. Möglicherweise war die Auswahl unter den damaligen Bedingungen die beste. Die billige Verfügbarkeit von Benzin als Nebenprodukt der Kerosinherstellung spielte bspw. eine wesentliche Rolle (Ayres & Ezekoye, 1991). Mit dem heutigen Wissen über die ökologischen Auswirkungen der Technologie würde die Selektion möglicherweise anders ausfallen. Eine Kursänderung ist mittlerweile jedoch ungleich schwieriger.

Das **Konzept der Pfadabhängigkeit** wurde von (North, 1990) auch auf Institutionen ausgeweitet, womit sich das Konzept auf die **gesellschaftliche Entwicklung als Ganzes** bezieht. Diese Institutionen können formell sein, wie Gesetze und Verfassungen, oder informell, wie soziale Normen und kulturelle Praktiken. Wenn bestimmte Institutionen in der Vergangenheit etabliert wurden und effektiv funktionierten, werden sie oft beibehalten, selbst wenn es möglicherweise bessere Alternativen gibt. Verhaltensmuster verschiedener Akteure richten sich an diesen Institutionen aus, was es wiederum schwierig macht, neue Institutionen zu akzeptieren. Somit kann es auch zu **kognitiven oder sozialen Lock-in Situationen** kommen, in denen Akteure unbeirrt an ihren Werten und Überzeugungen festhalten. Akteure orientieren sich auch in ihrem innovativen Verhalten an ihren durch die Vergangenheit geprägten mentalen Modellen.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, dass die Mechanismen der Pfadabhängigkeit dazu führen, dass Technologien, Lösungen, Praktiken und Verhaltensweisen, die einmal etabliert sind, schwierig abzulösen sind – auch wenn sie sich als inferior herausstellen. Innovationsbemühungen konzentrieren sich dann auf inkrementelle Entwicklungen. Für radikale Neuerungen ist selbst bei technologischer Überlegenheit kaum Platz, wenn dominante Designs als Quasi-Industriestandards bestehen bzw. Werte und Verhaltensweisen als „Norm“ angesehen werden.

²⁴ (Schumpeter, 1939) bezieht sich hier auf lange Konjunkturwellen (Kontradiereff-Zyklen).

Die Herausforderung für die FTI-Politik ist es, in solchen Situationen wieder für ein Gleichgewicht zwischen Selektion, die mit inkrementellen Innovationen und Effizienzsteigerungen in Verbindung steht, und Variation, die mit radikalen Innovationen in Verbindung steht, zu sorgen. Vor allem aber ist es notwendig, Innovationsaktivitäten, die sich – auch aufgrund von Pfadabhängigkeiten – auf nicht (mehr) nachhaltige Entwicklungspfade konzentrieren, zu reduzieren und in solche Bahnen zu lenken, die zur Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen beitragen können – womit wieder von der geforderten Direktionalität die Rede ist.

Damit muss auch wieder ein breites **Verständnis von Innovation** Fuß fassen. Denn der Grund, warum Schumpeter zwischen Invention und Innovation unterschied, war die Einsicht, dass das, was gesellschaftlich den Unterschied macht, nicht die neue Idee selbst ist, sondern deren Umsetzung und Verwertung in der Gesellschaft. Um zu verstehen, wie der Beitrag von Innovationen zu wirtschaftlichem und gesellschaftlichem Wandel maximiert werden kann, genügt es daher nicht, sich darauf zu konzentrieren, wie Neues entsteht. Es ist ebenso wichtig zu verstehen, wie die Umsetzung und Anwendung des Neuen in den sozialen Systemen vor sich gehen (Edler & Fagerberg, 2017). Die wirklich wesentlichen Entwicklungen bzw. Verbesserungen von Inventionen nach deren Einführung geschehen nämlich in der **Diffusionsphase** in der Interaktion von Produzenten und Konsumenten (Kline & Rosenberg, 1986). Für FTI-Politik sollte es daher nicht primär um die Generierung neuer Ideen gehen – der Mittelpunkt traditioneller F&E-fokussierter FTI-Politikansätze – sondern um die Anwendung dieser in der Praxis, um auf gesellschaftliche Herausforderungen reagieren zu können. Innovation wird damit wieder zum Problemlöser, anstatt zum Wachstumstreiber. Wie das gelingen kann, wird in den nächsten Abschnitten erläutert.

6.3.2 Transformation verstehen

Transformative Innovationspolitik (TIP) unterscheidet sich in vielerlei Hinsicht deutlich von den ersten beiden Generationen der FTI-Politik. Im Gegensatz zu den älteren FTI-Paradigmen, in denen Innovationen zum Zweck wirtschaftlichen Wachstums und Wettbewerbsfähigkeit gefördert werden, will TIP **Innovationen dazu einsetzen, die Lebensbedingungen der Menschen zu verbessern, indem Innovationsaktivitäten direkt darauf ausgerichtet werden, gesellschaftliche Probleme zu adressieren** (s. Abbildung 1). Damit rückt, neben der bisher unhinterfragten wirtschaftlichen Agenda eine **gesellschaftliche Agenda** ins Zentrum der Bemühungen. Das impliziert, dass Innovationen nicht per se positiv gesehen werden, sofern sie zum Wachstum beitragen, sondern deren potenziell negative Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft eingestanden werden und proaktiv versucht wird, diese zu vermeiden²⁵ oder zu verringern. Dazu bedarf es neben kreativen Ansätzen auch Politiken mit „destruktiven“ Ansätzen. Mit letzteren ist

²⁵ Bspw. durch Antizipation alternativer künftiger Entwicklungen im Zusammenhang mit Technologiewahlen.

gemeint, dass es neben Maßnahmen, die neue Ideen und Lösungen hervorbringen, auch solche Maßnahmen braucht, die darauf ausgerichtet sind, etablierte Lösungen und Praktiken abzubauen, um neuen (nachhaltigeren) Ansätzen den Durchbruch zu ermöglichen.

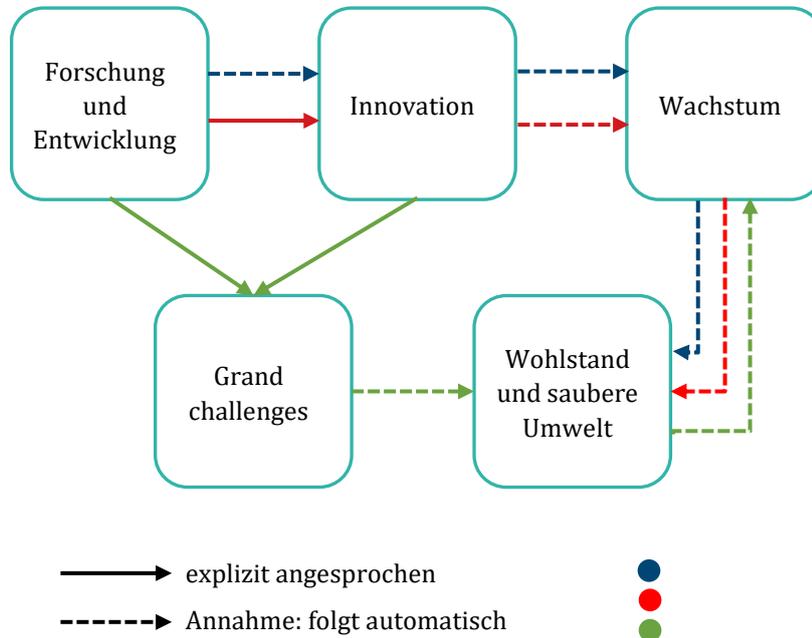


ABBILDUNG 1: EXPLIZITE UND IMPLIZITE ZIELE VERSCHIEDENER GENERATIONEN DER FTI-POLITIK. QUELLE: (LUESCHER, WILSON FADIJI, & CELE, 2020); EIGENE DARSTELLUNG

Mit der Ausrichtung von FTI auf gesellschaftliche Herausforderungen erweitert sich auch das relevante Politikfeld. Während Innovationspolitik bisher stark in Zusammenhang mit Wirtschafts- und Industriepolitik stand, sollte sie, um gesellschaftliche Probleme adäquat adressieren zu können, künftig auch in engem Zusammenhang mit weiteren sektoralen Politikbereichen wie Umwelt, Energie, Gesundheit, Mobilität oder Landwirtschaft verstanden werden.

Neben der gesellschaftlichen Agenda tritt auch ein *breites Innovationsverständnis* in den Vordergrund. Innovation spielt sich nicht mehr ausschließlich im Dunstkreis von Wissenschaft, Technologie und Industrie ab. Die Auffassung der älteren Paradigmen ist geprägt vom linearen Innovationsmodell. Darin wird Innovation als Kommerzialisierung von wissenschaftlicher Forschung verstanden, wobei F&E mit ihrem kodifizierten, wissenschaftlichen und technologischen Wissen als einzige und richtungsgebende Quelle für Innovation gesehen wird.²⁶ Im Zentrum stehen entsprechend Wissenschaft und Industrie, die vom Staat unterstützt werden. Dem

²⁶ (Berg Jensen, Johnson, Lorenz, & Lundvall, 2007) bezeichnen diese Art als „STI-mode of learning and innovation“ (science, technology and innovation mode).

gegenüber steht nun ein systemisches Verständnis von Innovation und damit die Einsicht, dass Innovation in komplexen Netzwerken von Organisationen und Institutionen entstehen, sich verbreiten und zur Anwendung kommen, womit auch Systemfehler wie Pfadabhängigkeiten und Lock-ins bedeutsam werden. Damit geht auch die Erweiterung der relevanten Akteure im Innovationsprozess, weit über die „Tripel-Helix“ hinaus, einher, wie die stärkere Einbindung der Nachfrageseite bzw. der Zivilbevölkerung, denen eine aktive Rolle zugeschrieben wird, die über die Artikulierung von Bedarfen an die Adresse innovierender Unternehmen hinausgeht. Die Produktion von innovationsrelevantem Wissen erfolgt dementsprechend in interaktiven Lernprozessen und Feedback-Schleifen, in denen implizitem Erfahrungswissen²⁷ die gleiche Bedeutung wie „wissenschaftlichem Wissen“ zugeschrieben wird (Diercks, Larsen, & Steward, 2019).

Transformation wovon?

Wie eingangs beschrieben zielt TIP auf die Umgestaltung von ganzen Systemen ab. Nur so können Herausforderungen mit Eigenschaften von „**wicked problems**“ adressiert werden. Dahinter steht die Einsicht, dass diese Probleme **nicht durch technologischen Fortschritt („technology fixes“)** allein gelöst werden können.²⁸ Technologie bzw. technologische Artefakte können nicht als isolierte Variable verstanden werden. (Rip & Kemp, 1998) verwenden hier die Metapher der Technologie als Kanonenkugel, die von außen kommt, diffundiert und für ihre angedachte Funktion verwendet wird. Demgegenüber verstehen sie **Technologie** als „**configurations that work**“ und meinen, dass Technologien, neben den eigentlichen Artefakten („hardware“), auch Fähigkeiten und Infrastrukturen beinhalten („software“ und „orgware“), die für deren produktive Nutzung notwendig sind. Zusätzlich beschreiben sie Technologien eingebettet in konkrete soziale Kontexte („socioware“). Werte, Ideologien und Institutionen beeinflussen Technologien – und werden von Technologien beeinflusst. Es besteht also eine Wechselwirkung, womit Technologie und Gesellschaft als koevolutionär verstanden werden können. (Hughes, 1987) spricht hierbei auch von einem „seamless web“, in dem physische Artefakte, Organisationen, natürliche Ressourcen, wissenschaftliche und legislative Elemente kombiniert werden, um Funktionen zu erfüllen. Es braucht also ein Netzwerk aus verschiedenartigen Elementen, in denen Artefakte funktionieren können.

„Configurations that work“ können also nicht vom Rest der Gesellschaft isoliert betrachtet werden. Dinge und Fähigkeiten sind Teile von Routinen, von

²⁷ (Berg Jensen, Johnson, Lorenz, & Lundvall, 2007) bezeichnen diese Art als „DUI-mode of learning and innovation“ (doing, using, interacting mode).

²⁸ Im Gegenteil: Isolierte technologische Lösungen führen oft zu Rebound-Effekten, so dass bspw. effizientere Motoren dazu führen, dass größere PKW gekauft werden, wodurch absolut gesehen keine CO₂-Einsparungen realisiert werden.

Verhaltensmustern und Organisationen. **Sie funktionieren nur, weil sie derart eingebettet sind.** (Geels, 2002) führt hierzu aus:

„In this perspective technology, of itself, has no power, does nothing“ (Geels, 2002).

Sozio-technische Systeme

Solche „configurations“ sind also Systeme, die soziale als auch technologische Materien in deren Wechselwirkung beinhalten und die eine Funktion erfüllen – darauf bezieht sich der Teil „that work“. Damit kann auch von *sozio-technischen Systemen* gesprochen werden („configurations“), die bestimmte gesellschaftliche Bedürfnisse befriedigen („that work“).

Einige dieser Bedürfnisse sind etwa **Ernährung, Energie, Gesundheit, Bildung oder Mobilität**. Sie alle werden durch die Funktion **sozio-technischer Systeme** befriedigt. Wie genau das geschieht, hängt also nicht nur von technologischen Artefakten ab, sondern von technologischen Artefakten in deren *Zusammenspiel mit weiteren Systemelementen wie Infrastrukturen, sozialen Strukturen, Produktion, Märkten, Politik & Regulierung, Verhaltensweisen, Kultur & Werten sowie Wissen und komplementären Artefakten*. All diese Systemelemente beeinflussen sich gegenseitig und können sich dadurch auch verfestigen – sofern sie gut zusammenspielen.

„Von sauberen Technologien zu sauberen Systemen“

Die Einführung von Elektromotoren als technologisches Artefakt bewirkt allein genommen keine nennenswerte Veränderung darin, wie wir als Gesellschaft unser Bedürfnis nach Mobilität decken. Neue Technologien kämpfen nämlich oft mit Inkompatibilitäten mit den bestehenden sozio-institutionellen Rahmenbedingungen, die als Selektionsumfeld wirken. Zumeist ist nicht der Mangel an nachhaltigen Technologien das Problem, sondern die Überbrückung des sog. „valley of death“, also die Phase zwischen F&E und Markteinführung (Schot & Geels, 2008). Meist gibt es weder Märkte dafür noch Konsumpräferenzen. Vielmehr entstehen radikale technologische Innovationen, Märkte und Konsumpräferenzen koevolutionär. Nutzer müssen zudem neue Technologien in deren Routinen integrieren, was Lernen und Anpassung voraussetzt, womit Konsum und Anwendung selbst zu einem Innovationsprozess werden. Wenn Nutzer mit neuen Technologien vertraut werden, können sie wiederum neue Routinen an den Tag legen. Auch Politik und Institutionen, Infrastrukturen oder kulturelle Diskurse sind, wie erwähnt, Teile des Selektionsumfeldes, in dem neue Technologien bestehen müssen (Geels, 2002).

Ein Beispiel soll das verdeutlichen:

Unser Mobilitätssystem bspw. ist geprägt vom PKW mit Verbrennungsmotor (technologisches Artefakt). Die Auswahl des Verbrennungsmotors als dominantes Design vollzog sich Anfang des 20. Jahrhunderts unter völlig anderen Kontextbedingungen als heute – hat sich aber bis heute gehalten. Unter anderem, weil er in ein sozio-technisches System eingebettet ist, in dem die einzelnen Elemente gut aufeinander abgestimmt sind – eine „configuration that works“. So entstanden etwa komplementäre

- Infrastrukturen (Straßen, Werkstätten, Tankstellen);

- Politik und Regulierung (Pendlerpauschale, PKW-orientierte Raumplanung, Stellplatzverordnung)
- Soziale Strukturen (Suburbanisierung, Speckgürtel, Leben am Land und Arbeiten in der Stadt);
- Verhaltensweisen und Routinen (mit dem PKW zur Arbeit und in den Urlaub);
- Kultur und Werte (das Auto als Status- und Freiheitssymbol, Präferenz von Privatbesitz, Individualisierung);
- Wissen (Forschung entlang technologischer Trajektorien, Effizienzsteigerungen);
- Märkte (mangelnde Einpreisung negativer Externalitäten, niedrige Kosten wg. Skalenvorteilen);
- Produktion (Skalenvorteile und Kompetenzvorsprung bei Herstellern von Verbrennungsmotoren).

Die gegenseitige Justierung dieser Elemente des sozio-technischen Systems stabilisieren das System und damit die Art und Weise, wie wir grundlegende Bedürfnisse befriedigen, wie wir Produktions- und Konsummuster gestalten. Auch die Bildung von Kernallianzen stabilisiert Systeme. Im Mobilitätssystem kann die gegenseitige Abhängigkeit von Politik und Automobilindustrie als Beispiel dienen: Während die Industrie etwa in Bezug auf Handelsverträge, Eigentumsrechte, steuerrechtliche Fragen oder Förderungen auf den Staat angewiesen ist, ist Letzterer – in einem kapitalistischen System – abhängig von Wirtschaftswachstum und damit von Arbeitsplätzen und Steuereinnahmen, was die traditionelle Autoindustrie derzeit liefert. Es besteht damit ein großes Interesse an der Beibehaltung des Status quo (Krenmayr & Wawerda, 2020). Die Stabilisierung solcher Systeme drückt (Sheller, 2004) folgendermaßen aus:

„Cars will not easily be given up just (!) because they are dangerous to health and life, environmentally destructive, based on unsustainable energy consumption, and damaging to public life and civic space. [...] They are deeply embedded in ways of life, networks of friendship and sociality, and moral commitments to family and care for others.“

Die **„grand (societal) challenges“** sind damit tief in solchen sozio-technischen Systemen verwurzelt. Die Gestaltung der Systeme folgt seit etwa Mitte des 19. Jahrhunderts dem Übergang von der Vormoderne (dezentral organisiert, auf Biomasse basierend) zur Moderne (zentral organisiert, auf fossilen Energieträgern basierend). Viele der Systeme sind daher energieintensiv gestaltet, ermöglichen die moderne Konsumgesellschaft aufgrund billig verfügbarer Ressourcen und haben sich seither in ihrer Kernaussrichtung verfestigt. **Will FTI-Politik nun effektiv zur Lösung der „grand challenges“ beitragen, dann muss sie auf die Umgestaltung dieser nicht nachhaltigen sozio-technischen Systeme abzielen.** „Technology-fixes“ ist dabei keine erfolgsversprechende Strategie, auch wenn Technologien eine zentrale Rolle bei Systemveränderungen spielen.

Warum die Förderung von technologischen Lösungen dazu nicht genügt, sollte ausreichend klar gemacht worden sein. Ein Blick auf die einzelnen Systemelemente zeigt, dass hierbei nicht nur die **Domäne der Produktionsseite** angesprochen

werden muss, sondern ebenso die **Domäne der Nutzungsseite** (bspw. wenn es um Werte und Kultur geht, Verhaltensweisen oder aber auch Regulierung). Die Umgestaltung von Systemen erfordert daher neben (**radikalen**) **technologischen Innovationen** auch **komplementäre soziale und institutionelle Innovationen**. Änderungen in einem Systemelement lösen auch Änderungen in anderen Elementen aus. Für eine nachhaltigere Gestaltung des Mobilitätssystems zum Beispiel kann das für einige Elemente folgendermaßen dargestellt werden:

- Infrastrukturen (verbesserte Ladeinfrastruktur für E-Mobilität, Rad-Highways, getrennte Spuren für ÖPNV, weniger PKW-Parkplätze);
- Politik und Regulierung (Gratisparken und exklusive Zufahrt für E-Fahrzeuge, Klimaticket, Fahrradfahren gegen die Einbahn, CO₂-Bepreisung);
- Soziale Strukturen (Reurbanisierung, Modellstadtteile, tele-working);
- Verhaltensweisen und Routinen (zunehmender Radverkehr, car- und bike-sharing, „Pedibus“);
- Kultur und Werte (nachhaltige Mobilität als Statussymbol, sinkende Attraktivität von PKW-Besitz, Sharing-Kultur);
- Wissen (Responsible Research and Innovation, Forschung abseits von Technologie, radikale Innovationen);
- Märkte (E-Mobilität wird kostengünstiger, öffentliche Beschaffung formt Märkte);
- Produktion (neue Geschäftsmodelle wie „Mobilität als Dienstleistung“).

Dynamik von Transformationen

Im Zentrum transformativer Innovationspolitik steht also die **Umgestaltung sozio-technischer Systeme**. Ein gesellschaftliches Bedürfnis wird danach grundlegend anders erfüllt als zuvor. Eine solche **Systemänderung, in der Veränderungen in Kultur, Werten, Technologien, Infrastrukturen, Produktion, Konsum und Politik ineinandergreifen und sich gegenseitig verstärken**, wird als **Transformation** bezeichnet. Solche fanden in der Geschichte bisher unbewusst bzw. un gelenkt statt und gingen großteils mit steigenden Umweltbelastungen einher. Auf hoher Ebene beispielsweise die Transformation von einer feudalen Agrargesellschaft zur kapitalistischen Industriegesellschaft. Diese „große Transformation“ (Polanyi, 1973) war das Resultat vieler kleinerer Transformationen²⁹ einzelner Teilsysteme der Gesellschaft, etwa im Energiesystem von Holz zu Öl und Gas und von dezentraler Versorgung zu zentraler Versorgung, im Mobilitätssystem von Pferdekutschen und Segelschiffen zu Automobil und Dampfschiff und von elektrifiziertem Massenverkehr zum verbrennungsbasierten Individualverkehr oder in der Produktion von Handwerk zur mechanischen Fertigung und zur Massenproduktion, im Ernährungssystem von der bäuerlichen zur industriellen Landwirtschaft. Daraus soll

²⁹ Diese werden in der Literatur auch als „Transitionen“ bezeichnet, wobei die Abgrenzung zwischen Transformation und Transition uneinheitlich bleibt und die Bezeichnungen zumeist synonym verwendet werden.

deutlich werden, dass sich zum einen die Veränderungen der einzelnen Teilsysteme der Gesellschaft gegenseitig beeinflussen. Und zum anderen, dass die „Richtung“ von Transformation bewusst geändert werden sollte: Es braucht Transformation(en) hin zu ökologisch, sozial und wirtschaftlich nachhaltigen Systemkonfigurationen.

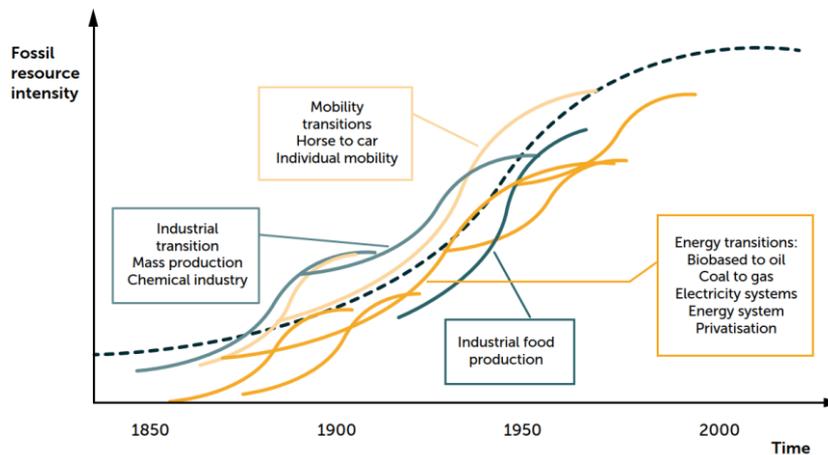


ABBILDUNG 2: TRANSFORMATION ALS SUMME EINZELNER SYSTEMTRANSITIONEN. QUELLE: (LOORBACH D. , 2014)

Transformation unterscheidet sich von „normalem“ Wandel oder Veränderung demnach durch ihren Gegenstand (ganze Systeme) sowie durch ihre spezielle Dynamik. Transformation bezeichnet den Prozess, der von einem relativ stabilem Systemzustand (Gleichgewicht) zu einem anderen Gleichgewicht führt, wobei dieser Übergang nicht linear, sondern *disruptiv* verläuft und sich anhand einer S-Kurve modellhaft darstellen lässt.

- In der **ersten Phase** entstehen **radikal neue Lösungen** als potenzielle Antworten auf bestehende Herausforderungen im System, die auch miteinander in Konkurrenz stehen. Die Veränderungsdichte ist hoch, die Richtung noch unklar.
- In der **zweiten Phase** finden neue Lösungen **Nischenmärkte** und reifen auf Basis von experimentellen Lernprozessen. Es entsteht ein dominantes Design.
- In der **dritten Phase** beginnen **Innovationen ineinanderzugreifen** und sich zu verstärken. Die neuen Lösungen verbreiten sich, treten mit vorherigen Lösungen in Konkurrenz und finden **Platz in Mainstream-Märkten**.
- In der **vierten Phase** schließlich **ersetzt die neue Lösung das Etablierte** und wird zur neuen Norm.

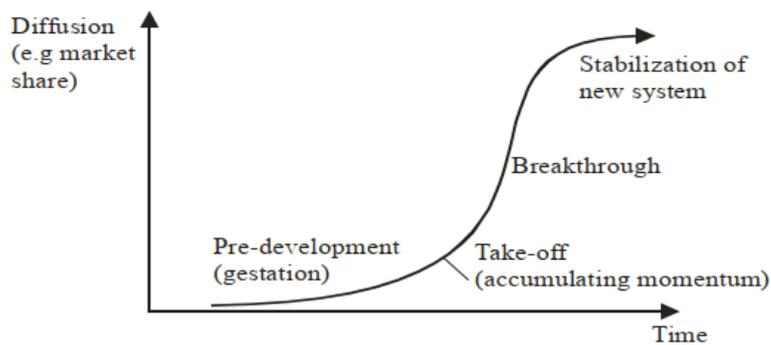


ABBILDUNG 3: PHASEN EINER TRANSFORMATION. QUELLE: (OECD, 2015 A)

Die Dynamiken werden an späterer Stelle noch im Detail dargestellt, weil sie wesentliche Erkenntnisse zur proaktiven Gestaltung von Transformationen liefern. An dieser Stelle soll jedoch deutlich werden, dass Transformationen nicht linear verlaufen, sondern der Umbruch eines Systems sich langsam aufbaut, sich aber schließlich schockhaft vollendet.

Das **System** erfährt dabei eine **radikale, strukturelle und paradigmatische Veränderung in all seinen Elementen** (Kultur, Institutionen, Infrastrukturen, Politik, Technologien etc. – vor allem in beiden Domänen, der Produktionsseite und der Konsumationsseite), durch die die Art und Weise, wie dessen Funktion erfüllt wird, sich grundlegend verändert. Genau das macht eine Transformation aus. Im Gegensatz dazu sollten Veränderungen, die lediglich **inkrementeller Natur** sind, auf **Effizienzsteigerungen** ausgerichtet sind und vor allem keine Änderung der handlungsleitenden Werte, Normen und Regeln beinhaltet, **nicht als Transformation** verstanden werden. Auf Unternehmensebene gedacht werden hierzu in der Literatur die Entwicklungen unter dem Titel der „green economy“ als ein Beispiel geführt, weil sie sich zu stark am Status quo orientieren würden. Stellt ein Automobilhersteller statt leistungsstarker SUVs verbrauchsarme Kompakt-PKW her, dann ist das keine Transformation. Werden nur mehr E-PKWs hergestellt, hat die Veränderung zumindest transformative Züge. Dabei kommen nämlich neben völlig neuen Technologien etwa auch neue Leistungserbringungsprozesse zum Einsatz. Würde sich ein Automobilhersteller dazu entschließen, zum Mobilitätsdienstleister zu mutieren, dann könnte man vom Idealtypus einer Transformation auf Unternehmensebene sprechen. Das würde nämlich eine radikale Veränderung des Geschäftsmodells, der notwendigen Kompetenzen und vor allem der Überzeugungen, wie Mobilität gedacht und organisiert werden sollte, miteinschließen.

Realpolitisch wird die Sache natürlich diffiziler. Es muss abgewogen werden, ob bspw. CO₂-Reduktionen in Branchen, die grundsätzlich nicht nachhaltige Geschäftsmodelle verfolgen, notwendig und gewünscht sind, oder ob damit nur Konfigurationen konserviert und am Leben gehalten werden, die die Etablierung langfristig nachhaltiger Systeme mit neuen Produktions- und Konsummustern verzögern oder sogar verhindern (relative Nachhaltigkeitsvorteile).

Die dargestellte radikale Veränderung eines Systems impliziert auch, dass sich zuvor bestehende Systemkonfigurationen parallel zum Aufkommen einer neuen Systemarchitektur auflösen (müssen). Ein idealtypischer Verlauf ist in Abbildung 4 links dargestellt. Dabei kommt es zu einem graduellen Ersatz eines Systems, mit einer kurzen Übergangsphase, in der soziale Instabilität auftreten kann. Die Systemforschung allerdings zeigt, dass solche Systeme in Wirklichkeit weit schneller verfallen, als sie sich aufgebaut haben (Abbildung 4 rechts) (Bardi, 2013). Dieser Effekt ist als „Senecas Cliff“ bekannt, da dieser schreibt: „*increases are of sluggish growth, but the way to ruin is rapid.*“ (Seneca).

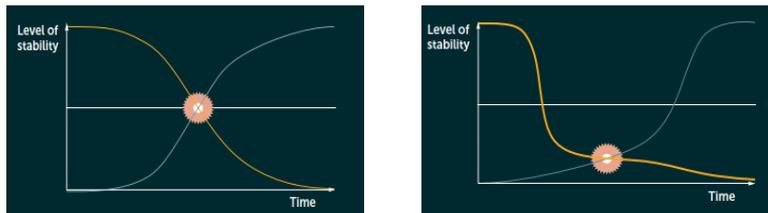


ABBILDUNG 4: TRANSFORMATION ALS KOMBINIERTER PROZESS VON AUFBAU UND ABBAU. QUELLE: (LOORBACH D. , 2014)

Damit wird deutlich, dass **Transformationen ein kombinierter Prozess von graduellem Aufbau von Neuem und disruptivem Abbau von Altem sind**. (Loorbach, 2014) spricht dabei von „*evolutionary revolutions*“.

Für das Management von Transformationen hat das insofern eine Bedeutung, als ein Szenario, wie in Abbildung 4 rechts dargestellt, dazu führt, dass für eine längere Periode ein Zustand besteht, in dem das alte System seine Funktion nicht mehr vollends erfüllt und das aufkommende noch nicht ausgereift ist, was zu anhaltender sozialer Instabilität führen kann – die Systemforschung bezeichnet diesen Zustand als Chaos. Das Ziel eines **Transformationsmanagements** sollte es daher sein, den **Übergang möglichst reibungslos zu gestalten**, indem vor allem der Aufbau neuer (nachhaltiger) Systemkonfigurationen strategisch verfolgt und beschleunigt wird.

Wie es zur Transformation von sozio-technischen Systemen kommt

Auch wenn Transformationen nicht im Detail steuerbar sind, so kann eine transformative Innovationspolitik sie doch in die gewünschte Richtung beeinflussen und vor allem beschleunigen. Die Governance von intentionalen System-Transformationen erfordert jedenfalls eine Systemperspektive sowie Wissen über die grundlegenden Dynamiken solcher Transformationsprozesse. Dieses Wissen liefern Erkenntnisse aus der evolutorischen Ökonomik, der Institutionentheorie oder der Techniksoziologie, die von der Transformationsforschung u.a. in einer sog. *Multi-Level-Perspektive* (Rip & Kemp, 1998) als Strukturierungsrahmen für die Analyse von Transformationen zusammengeführt wurden.

Demzufolge schreiten Transformationen durch abgestimmte Prozesse innerhalb und zwischen **drei Ebenen eines sozio-technischen Systems** voran: dem *Regime*, den

Nischen und den *Rahmenbedingungen*³⁰. Es ist von zentraler Bedeutung, dass solche Systemveränderungen nur im Zusammenspiel von Ereignissen auf allen drei Ebenen vonstattengehen – neben der Wechselwirkung zwischen den Elementen eines Systems und den Systemen einer Gesellschaft also ein dritter koevolutiver Prozess, den es zu beachten gilt.

*Sozio-technische Regime*³¹

„You cannot solve a problem with the same mindset that created it“ (Einstein).

Wie zuvor beschrieben werden gesellschaftliche Bedürfnisse durch die Funktionen verschiedener sozio-technischer Systeme befriedigt. **Diese Systeme wiederum bestehen aus mehreren Elementen wie Technologien, Kultur, Werte, Infrastrukturen, Politik, Märkte etc.** Diese **Elemente entstehen nicht von selbst, sondern werden wiederum von unterschiedlichen interagierenden Akteursgruppen (re-)produziert.** Verschiedene öffentliche Stellen etwa errichten und erhalten Infrastrukturen und gestalten Regulierung, kulturelle Bedeutung und Wertvorstellungen entstehen in Interaktion zwischen Nutzern, Medien und anderen gesellschaftlichen Gruppen. Produktionsstrukturen entwickeln sich aufgrund strategischer Überlegungen von Produzenten und Zulieferern. Forschungsakteure liefern in Zusammenarbeit mit Produzenten technologisches Wissen. Produzenten wiederum stellen entsprechende (technologische) Artefakte her. Wie weiter oben am Beispiel des Mobilitätssystems dargestellt, sind die Aktivitäten dieser Akteursgruppen koordiniert und somit aufeinander abgestimmt. Diese Abstimmung erfolgt auf Basis *gemeinsamer, stabiler Regeln* (Institutionen), die in den Systemelementen, also in Praktiken, Produktcharakteristika, Wissensbeständen, Governance-Strukturen oder Produktionsprozessen eingebettet sind. **Diese handlungsleitenden, geteilten und stabilen Regel-Sets bilden das Regime eines sozio-technischen Systems.** Es sind, salopp gesagt, die Spielregeln, nach denen das System funktioniert, und auf Basis derer Übereinkunft darüber hergestellt wird, „wie Dinge gemacht und interpretiert werden“.

„A technological regime is the rule-set or grammar embedded in a complex of engineering practices, production process technologies, product characteristics, skills and procedures, ways of handling relevant artifacts and persons, ways of defining problems—all of them embedded in institutions and infrastructures“ (Rip & Kemp, 1998).

Regimeakteurinnen sind demnach Akteure (Unternehmen, Politik, Konsumenten, Banken, Bildungseinrichtungen etc.), die ihre Aktivitäten auf

³⁰ Im englischen Original als „Landscape“ bezeichnet.

³¹ Der Begriff „Regime“ ist im deutschen Sprachgebrauch vorwiegend als „diktatorisches Regime“ konnotiert. In der Politikwissenschaft ist damit jedoch ein (beliebiges) Regelungs- bzw. Ordnungssystem gemeint. Aufgrund der Etablierung des Begriffs in der Transformationsforschung wird auch in diesem Bericht – zum Zweck der konzeptionellen Klarheit – an diesem (technischen) Terminus festgehalten.

Basis dieser gemeinsamen Regeln ausrichten, wodurch bestimmte Entwicklungstrajektorien entstehen. Damit werden (technologische) Trajektorien nicht nur von Technikern beeinflusst, sondern auch von Nutzern, Politikakteuren, Banken, Zulieferern und anderen sozialen Gruppen, wobei die koordinierend wirkenden Regeln in diesen diversen Gruppen durchaus nuanciert verstanden werden. (Geels, 2002) bezeichnet daher ein **sozio-technisches Regime als ein semi-kohärentes Set an Regeln, die von verschiedenen Gruppen** geteilt werden.

Ein solches **Regel-Set leitet also die Wahrnehmungen und Aktivitäten der diversen Regimeakteure und trägt somit zur Stabilität des Systems** bei. Die Regeln sind dabei unterschiedlicher Natur (Scott, 1995). *Regulative* Regeln beinhalten explizite, formale Regeln wie zum Beispiel Gesetze oder Verträge. Sie wirken über Zwänge und werden eingehalten, damit drohende Sanktionen bei Nichtbefolgung vermieden bzw. eine Belohnung bei Regeleinhaltung erreicht werden kann. *Normative* Regeln beinhalten Werte und Normen, die im Laufe der Sozialisierung verinnerlicht werden. Normen spezifizieren, wie Dinge gemacht werden sollten und welche Mittel eingesetzt werden dürfen, um einen Zweck zu erreichen. Werte stehen für das Wünschenswerte bzw. den anzustrebenden Verhaltensmaßstab. Sie wirken über die Verinnerlichung als auch über einen gesellschaftlichen Erwartungsdruck. Verhalten wird als akzeptabel angesehen, wenn die erwarteten Standards eingehalten werden. Beispiele wären Berufsstandards, Daumenregeln, Lehrpläne oder auch Gepflogenheiten. *Kognitive* Regeln funktionieren wie Skripte für Wahrnehmungen – als Basis für Interpretationen – und routinemäßige Handlungen und werden vom kulturellen Hintergrund geprägt. Sie sind gedankliche Sets, die unsere Interpretationsfähigkeit, Empfinden und Reaktionen beeinflussen, z.B. wie mit Risiko umgegangen wird oder wie man Kooperationen gegenübersteht. Sie werden als selbstverständlich angenommen und nicht hinterfragt. Beispiele sind Heuristiken, Routinen oder auch technologische Paradigmen.

Das Regel-Set, das das Regime ausmacht, besteht aus diesen meist verknüpften Regelarten. Institutionalisierte Normen werden bspw. oft zu Gesetzen und damit zu regulativen Regeln. Oder Normen werden so stark verinnerlicht, dass sie selbstverständlich und damit zu kognitiven Regeln werden. Wichtig dabei ist, dass Regel-Sets auch hinsichtlich der Regelnatur semi-kohärent sein können. So kann etwa Korruption in manchen Ländern normativ legitim sein (moralisch vertretbar), in anderen sogar kognitiv legitim (als selbstverständlich angesehen), in keinem Fall ist Korruption aber regulativ – also gesetzlich – legitim. Hohe Übereinstimmung der Regeln wirkt wiederum stabilisierend und stärkt die Koordinationsfähigkeit im Regime. Auf der anderen Seite **kann Inkohärenz der Regel zur Destabilisierung beitragen – ein zentraler Punkt für die Governance von Transformationen**, auf den später noch eingegangen wird.

Akteure sind in diese Regelstrukturen eingebettet und verwenden sie, um die Welt zu interpretieren, um Sinn zu schaffen und Entscheidungen zu treffen. Gleichzeitig **(re-)produzieren sie das Regel-Set** durch ihr Handeln. Die Regeln wirken sowohl beschränkend, bspw. werden Handlungen als illegitim definiert, als auch ermöglichend, indem Vertrauen, Sicherheit und Handlungskonvergenz

hergestellt werden. In einem Regime ist die Zwangskraft des Regel-Sets jedenfalls stark ausgeprägt (Geels & Schot, 2007).

Sozio-technische Regime sorgen also aufgrund der intensiven Koordination der Aktivitäten der beteiligten Akteursgruppen, die wiederum aufgrund der geteilten Regeln möglich wird, für eine „**dynamische Stabilität**“ **sozio-technischer Systeme**, wobei die Koordination über alle Systemelemente (wie oben beschrieben) reichen kann. Sie ist dynamisch, weil Weiterentwicklung zwar stattfindet; gleichzeitig aber stabil, weil diese Weiterentwicklung lediglich inkrementeller, vorhersehbarer Natur ist und aufgrund von Pfadabhängigkeiten in bestehenden technologischen Trajektorien verläuft. Die geteilten Regeln leiten die Akteure in eine bestimmte Richtung, machen sie blind für Alternativen oder bestrafen oft sogar die Entwicklung alternativer Lösungen (Raven, Van den Bosch, & Weterings, 2010).

Regime sind somit dafür verantwortlich, dass **Technologien, Werte, Kultur, Verhalten, Politik, Infrastrukturen etc. als einzelne Systemelemente aufeinander ausgerichtet und gut abgestimmt** sind. Dadurch **verfestigen sich diese etablierten Konfigurationen** also tendenziell. Pfadabhängigkeiten können hierbei zu verschiedenartigen Lock-In Situationen führen (Geels, 2020):

- Techno-ökonomischer Lock-In aufgrund von i) versunkenen Kosten (in Kompetenzen oder Infrastrukturen), ii) Kostenvorteile und Leistungsvorsprung wegen Skalenvorteilen und anhaltender inkrementeller Entwicklung.
- Sozialer und kognitiver Lock-In aufgrund von i) Routinen, übereinstimmenden Geisteshaltungen und Kernfähigkeiten, ii) Sozial-Kapital aus engen Netzwerken und gegenseitig abhängigen Beziehungen, iii) Praktiken und Lebensstile, die sich an bestehenden Technologien ausrichten.
- Institutioneller und politischer Lock-In aufgrund von i) vorteilhaften Regulierungen und Politiknetzwerken für etablierte Akteure, ii) Zugang zu Politiknetzwerken für etablierte Akteure um neue, nachteilige Regulierung zu verwässern und radikale Änderungen zu verhindern.

Wie beschrieben führen diese Lock-In Situationen dazu, dass etablierte Akteure aufgrund deren Verpflichtungen und Mittelbindungen in sozio-technischen Systemen und Regimen starkes Interesse an der Beibehaltung des Status quo haben. Radikaler Veränderung hingegen steht man ablehnend gegenüber, weil vieles dadurch auf dem Spiel stehen würde. Akteure können ihre Handlungen nur so weit bestimmen, wie es die Freiheitsgrade durch die vorgegebenen institutionellen Strukturen erlauben. Entwicklung geschieht daher lediglich in inkrementeller Form, zumeist als Effizienzsteigerungen. (Loorbach, 2014) sieht auch die Umweltpolitik als Regime-Teil, da diese auf Optimierung (durch Effizienzsteigerung) des Status quo ausgerichtet sei, anstatt auf fundamental neue Systemkonfigurationen hinzuwirken. Es ist gerade diese Verharrungstendenz, die eine grundlegende Änderung sozio-technischer Systeme so schwierig macht.

Beispiel: Abfallwirtschaft in den Niederlanden

(Loorbach, 2014) verdeutlicht anhand der Abfallwirtschaft in einigen Gemeinden der Niederlande die Funktionsweise von Regimen. Die Abfallwirtschaft sei ein Beispiel für einen Sektor, der von einer steigenden Nachfrage nach einer etablierten Problemlösung anhängig ist. Präventive Ansätze konnten daher weder in Politikgestaltung noch institutionell Fuß fassen; stattdessen dominieren „end-of-process“ Lösungen.

In den 90ern förderte die Politik die Entstehung eines liberalisierten, professionalisierten Abfallmarkts, was Investitionen in große Verbrennungsanlagen veranlasste. Das dominante Framing stellt eine effiziente Müllverbrennung als Instrument zur Produktion nachhaltiger, grüner Energie dar. So entstand ein Regime, das auf steigende Abfallmengen angewiesen ist und dem bspw. öffentliche Akteure wie Gemeinden aufgrund vertraglicher Vereinbarungen verpflichtet sind, oder auch um nationale Statistiken zur erneuerbaren Energieproduktion zu verbessern.

Konzepte wie die Kreislaufwirtschaft, die auf Müllvermeidung hinauslaufen, erleben starken Widerstand. So hat bspw. ein Müllverwertungsunternehmen Kompensationen gefordert, weil die Gemeinden nicht die vertraglich vereinbarten Müllmengen liefern konnten. Auch lokale Politiker haben sich gegen vorgeschlagene Alternativen, die sowohl Preis- als auch Abfallmengenreduktion versprochen hätten, gewehrt, und die Ansicht vertreten, dass technologische Innovationen die derzeitigen Lösungen künftig noch effizienter machen würden.

Neben ökonomischem und technologischem Lock-In zeigt sich also auch ein kognitiver Lock-In: Es besteht tatsächlich die Überzeugung, dass Müllverwertung und -verbrennung gleich nachhaltig gestaltbar sei wie ein Szenario, in dem kein Müll verbrannt oder sogar produziert wird. Damit finde man sich in einem Teufelskreis der Optimierung nicht nachhaltiger Systeme, der keinen Platz zur Entwicklung inhärent besserer Alternativen zulässt.

Regime, als dominante Art und Weise verstanden, wie Systemfunktionen erfüllt werden, fungieren somit auch als *Selektionsumfeld für Neuerungen*. Radikale, und damit **pfadverändernde Innovationen** haben aufgrund der dargestellten engen Verflechtungen der Systemelemente daher **strukturelle Nachteile** (Smith & Raven, 2012):

- **Industriestrukturen:** Starke Netzwerkbeziehungen zwischen Zulieferbetrieben, zwischen Produzenten und Konsumenten, Industrieplattformen, geteilte Routinen und bestehende Fertigkeiten, die allesamt auf ein dominantes Design ausgerichtet sind, machen es pfadbrechenden Innovationen schwer, Fuß zu fassen.
- **Technologien und Infrastrukturen:** Pfadbrechende Innovationen benötigen meist andere technische Standards und Infrastrukturen, um optimal zu funktionieren.

- Wissensbasis: Ressourcen werden vor allem in die Weiterentwicklung bestehender Lösungen geleitet, damit fehlen Ressourcen. Forschungseinrichtungen haben wenig Anreiz, da bspw. akademische Publikationsmöglichkeiten oder auch Konferenzen und Forschungsgruppen rar sind.
- Märkte und Nutzerpräferenzen: Radikale Innovationen haben Nachteile aufgrund externalisierter Kosten (Umweltkosten) bei etablierten Lösungen, oder weil ihre Anwendung Änderungen von Gewohnheiten bei Nutzern erfordern würde.
- Politik: Regulierung ist auf bestehende Lösungen ausgerichtet, weil Steuereinnahmen und kurzfristige Arbeitsplatzgenerierung im Vordergrund stehen. Es bestehen starke Verflechtungen zwischen Politik und Industrie.
- Kultur: Pfadbrechende Innovationen repräsentieren oft andere kulturelle Werte, womit ihnen eine entsprechende Wertschätzung und Symbolcharakter fehlt.

(Loorbach, 2014) fasst diesbezüglich zusammen:

„The evolved and embedded ways of thinking, sunk costs, built-up infrastructures and institutions, developed routines and networks all limit the possibilities for larger scale changes towards new ways to solve current and future societal challenges.“

Um diese **eingefahrenen Strukturen und Institutionen zu durchbrechen** und damit ein **Lock-Out zu ermöglichen**, braucht es Lösungen (Technologien, Verhaltensweisen, Geschäftsmodelle etc.), die mit den etablierten Problemlösungsstrategien vollkommen brechen. Mit anderen Worten: Es braucht **radikale Innovationen** anstatt inkrementeller Innovationen. **Damit diese entstehen und Fuß fassen können, braucht es Nischen**, in denen diese radikal andersartigen Alternativen vor dem Selektionsdruck des etablierten Regimes abgeschirmt werden und reifen können.

Nischen

*„Handle stets so, dass die Anzahl der Wahlmöglichkeiten größer wird“
(von Foerster, 1993).*

Nischen sind also Räume, in denen *radikale* Innovationen (Variationen) entstehen und reifen können, die „quer“ zu den Regime-Lösungen liegen. Aus der TIP-Perspektive stellen sie **die Samen der Veränderung von Systemen** dar. Es sind Lösungen, die etablierte Strukturen und Institutionen in Frage stellen, langjährige Investitionen unter Umständen wertlos machen können und daher tendenziell nicht durch das Regime forciert werden.³²

Damit diese entstehen können und nicht sofort dem Selektionsdruck des etablierten Regimes zum Opfer fallen, entstehen und reifen sie in geschützten Räumen. Das sind

³²(Mokyr, 1990) bezeichnet solche radikalen Innovationen als „hopeful monstrosities“, weil ihnen die (technologische) Reife fehlt und sie zunächst umständlich und teuer erscheinen, weil sie nicht in das vom Regime gebildete Selektionsumfeld passen.

Räume, in denen aufgrund der geringen Strukturiertheit, temporär ausgesetzter Regeln oder nicht vollumfänglich funktionierender Marktmechanismen Flexibilität vorhanden ist, Lernen aus Erfahrung³³ möglich wird und „out of the box“-Denkweisen wahrscheinlicher werden. Viele radikale technologische Innovationen finden ihren Ursprung etwa im Militär. Radikale Innovationen sind mit Unsicherheit verbunden, was die Nutzerpräferenzen betrifft, ebenso wie die notwendigen Infrastrukturen oder die technologischen Entwurfsregeln. Nischen, als **abgeschirmte Experimentierräume**, bieten daher den Raum, um über diese Elemente zu lernen. Diesbezüglich wird die Relevanz von Experimenten hervorgehoben – also Anwendungen unter realen Bedingungen –, Interaktionen diverser gesellschaftlicher Gruppen sowie Verhandlungsprozesse über Bedeutungen und Interpretationen solcher Innovationen (**Koevolution von Technologie und Gesellschaft**).

Nischen bieten auch den Raum für die notwendige Vernetzung von Akteuren, die die radikalen Innovationen unterstützen (Koalitionen), die anfangs von Pionieren (einzelne Unternehmer, Start-ups, Aktivisten oder andere „Outsider“) initiiert werden. Zukunftsvisionen und Erwartungen spielen hier als Instrumente eine zentrale Rolle, um weitere Akteure zu verpflichten und Netzwerke zu erweitern.

Schutz, damit Nischen ent- und bestehen können, kann auf verschiedenste Art und Weise erfolgen. Er kann passiv erfolgen, bspw. in der Form von geografisch entlegenen Märkten, in denen Regimeakteure nicht aktiv sind. So hat sich die Photovoltaik zunächst in der Raumfahrt entwickelt, wo Kosten keine Rolle spielten, und später in entlegenen Gegenden, in denen keine zentral betriebenen Energieinfrastrukturen vorhanden waren.³⁴ So wurde Raum für Lernen und Entwicklung bereitgestellt. Auch können Milieus mit abweichenden Wertvorstellungen Schutz bieten, in denen etwa besonders umweltbewusste Gruppen bereit sind, höhere Preise und geringere Performanz in Kauf zu nehmen (early adopters), sofern sich radikale Lösungen als nachhaltiger darstellen (Geels, 2006).

Aktiver Schutz kann angebotsseitig ausgerichtet sein, indem Kosten- oder Leistungsnachteile ausgeglichen werden, etwa durch „wohlwollende“ Regulierung (z.B. Experimentierklauseln, damit Reallabore umgesetzt werden können, Ausnahmen von Standards) oder Subventionen (z.B. F&E-Förderung). Nachfrageseitig, und damit auf die Beeinflussung von Präferenzen ausgerichtet, wären etwa Steuererleichterungen wie die USt.-Befreiung von PV-Anlagen oder die Befreiung von der Elektrizitätsabgabe für Eigenstromerzeugung, Gratisparken für E-Fahrzeuge, Informationskampagnen, Lobbying, öffentliche Beschaffung oder Investitionsbeihilfen zu nennen. Die Politik spielt bei solchen Interventionen

³³ DUI-Modus des Lernens, also Lernen aus „doing, using, interacting“.

³⁴ Das Automobil, obwohl anfänglich gefährlich, laut, stinkend und unkomfortabel, hatte seine Vorteile vor allem in der Reichweite, weshalb Ärzte oft darauf zurückgriffen, um Patienten in entlegenen Gegenden zu erreichen – womit sie eine Marktnische bildeten.

offensichtlich eine zentrale Rolle – sowohl Ordnungspolitik als auch Konjunktur- und Strukturpolitik. Schutzmaßnahmen für Nischenentwicklungen können aber auch im privaten Bereich gesetzt werden, wenn bspw. Unternehmen Inkubatoren einrichten, in denen abseits kurzfristig ausgerichteter Entscheidungsprozesse des Unternehmens gearbeitet werden kann (Shell und BP als Beispiele, die seit langem auch PV-Geschäftsmodelle entwickeln). Ein weiteres Beispiel wären Einkaufsgemeinschaften der Zivilgesellschaft, um Kosten zu reduzieren (Smith & Raven, 2012).

Ein Großteil der hier angeführten Schutzmaßnahmen bezieht sich auf marktbasierende Innovationen. Das soll allerdings nicht darüber hinwegtäuschen, dass **Nischen auch Räume für die Entstehung sozialer Innovationen** bieten können. Während für marktbasierende Innovationen die Marktregeln geändert werden, werden für soziale Innovationen die Wertevorstellungen bzw. Normen geändert (z.B. Schulfrei für Teilnahme an Fridays for Future Kundgebungen). Damit werden Äußerungen alternativer kultureller Vorstellungen ermöglicht (Geels, 2020).

Nischen sollten nicht als einzelne lokale Projekte verstanden werden, sondern sie **entwickeln sich aus verschiedenen, in Verbindung stehenden Projekten, Initiativen und Akteuren**. Sie können als kleines, eigenständiges, gering strukturiertes, alternatives Regime verstanden werden, in dem sich eine Community mit alternativen Regeln, Praktiken, Problemlösungsstrategien und Vorstellungen über erstrebenswerte Lebensstile entwickeln. Ein zentraler Unterschied zum Regime ist die geringe Institutionalisierung: alternative Regeln sind nicht verfestigt, sondern in ständigem Fluss und deren Zwangskraft daher gering.

Die Koordination kohärenter Initiativen stellt daher einen zentralen Ansatz zur Gestaltung von Nischen dar. Während also einzelne Projekte und Initiativen die konkreten Träger verschiedenartiger Innovationen sind, stellen Nischen bereits eine Aggregationsebene dar (z.B. Bio-Landwirtschaft, Eigenstromversorgung, Biomasse-Wärmenetze). Folgend (Geels & Raven, 2006) **starten Nischenbildungsprozesse mit lokalen Projekten und ihren Akteursnetzwerken**, wobei kognitive Regeln (z.B. Erwartungen) zunächst unterschiedlich und diffus sind. Wenn Erfahrungen aus mehreren Projekten abgeglichen und aggregiert werden, können diese kognitiven Regeln besser artikuliert werden, spezifischer und stabiler werden, sodass z.B. ein dominantes Design bzw. *generische* Regeln entstehen, die Handlungsorientierung für „entferntere“ Akteure bieten (Daumenregeln, Leitprinzipien etc.). Sie tragen also dazu bei, dass sich Suchaktivitäten in unterschiedlichen Projekten und Kontexten in dieselbe Richtung orientieren, womit sich breitere Entwicklungstrajektorien herausbilden. Die Nische ist also der Punkt, an dem sich eine (kleine) Community mit geteilten, relativ stabilen, Orientierung gebenden Regeln bildet. Auf die Prozesse wird später noch genauer eingegangen.

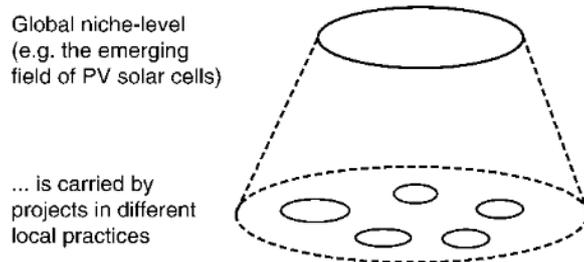


ABBILDUNG 5: NISCHE ALS AGGREGAT LOKALER EXPERIMENTE. QUELLE: (GEELS & RAVEN, 2006).

Wesentlich ist, dass Transformation, wie oben dargestellt, als koevolutiver Prozess von sozialen *und* technologischen Veränderungen verstanden wird. **Nischen sollten daher das Experimentieren mit in Wechselwirkung stehenden Technologien, Nutzerpraktiken und regulativen Strukturen unter realen Bedingungen ermöglichen.** Radikal neue Technologien müssen erst verstanden werden – das betrifft Aspekte der Technologie selbst, der Nutzerbedarfe, der nötigen Infrastrukturen, der Produktions- und Servicestrukturen sowie der möglichen Auswirkungen auf die Gesellschaft. Radikale Innovationen gehen daher immer mit Unsicherheit einher: Es ist also unklar, wer die Nutzer sein werden, was die zentrale Funktion der Innovation sein wird, wie sich Funktionen und Anwendungen im Laufe der Zeit verändern werden und wie sie sich in die Gesellschaft einpasst. Die Auswirkungen und Anwendungen der Elektrizität oder des Internets etwa waren unvorhersehbar.

Die Ideen dazu werden im Rahmen der Experimente ausgelotet und artikuliert, die also Interaktionen zwischen Variation und Selektionsumfeld ermöglichen. Technologien entwickeln sich anhand der gesammelten Erfahrungen in diesem dynamischen Prozess weiter, ebenso wie Nutzerpraktiken. **Realexperimente – als Element einer Nische – sind deshalb wichtig, weil funktionierende Technologien eben nicht einfach aus der F&E-Welt zur Verfügung gestellt werden, sondern von der Gesellschaft als potenziellen Nutzer mitgestaltet werden,** womit – neben Anwendung und Diffusion – auch die Ausrichtung der Technologieentwicklung auf gesellschaftliche Probleme sichergestellt werden kann. Nischenexperimente sollten sich, neben Technologien, also jedenfalls auch mit sozialen Aspekten, Visionen und Leitprinzipien befassen, um dem sozio-technischen Charakter von Transformationen gerecht zu werden (Schot & Geels, 2008). „**Second-order learning**“, also Hinterfragen der eigenen Routinen, erfordert die reale Anwendung – doing, using, interacting – was in Realexperimenten ermöglicht wird (Schot, Kanger, & Verbong, 2016).

In diesem Sinn können **Realexperimente als „Proto-Märkte“** verstanden werden, die als Vorstufe zu größeren Marktnischen fungieren, und um aus noch wenig ausgereiften Innovationen „configurations that work“ (in die Gesellschaft eingebettete Technologien; s. Kapitel 0) zu entwickeln, die auf Mainstream-Märkten wettbewerbsfähig sind. Denn für radikale Innovationen gibt es keine Märkte vorab. Die Motivation, solche zunächst nicht profitablen radikalen Innovationen zu fördern,

liegt in der Erwartung, dass diese künftig in der Begegnung gesellschaftlicher Herausforderungen eine wichtige Rolle spielen könnten.

Rahmenbedingungen

Sozio-technische Systeme, und damit auch deren Regime und Nischen, operieren in übergreifenden, großteils relativ stabilen, **externen Rahmenbedingungen („Landscape“)** bzw. Kontexten, die sich zumeist nur träge und über längere Perioden hinweg verändern.³⁵ Diese externen Rahmenbedingungen, oder auch tief liegende strukturelle Trends, beeinflussen sozio-technische Entwicklungen als Gradienten der Entwicklung, sind aber von Regimeakteuren nicht direkt beeinflussbar. Beispiele sind Globalisierung, demografische Entwicklungen, Umweltprobleme, Ideologien, makroökonomische Trends, Kultur. In einigen Fällen können sich diese Rahmenbedingungen jedoch auch schockhaft ändern³⁶, bspw. durch Unfälle, Kriege, Rezessionen oder Krisen (Geels, 2006) (Geels, 2020). Anders als Nischen und Regime determinieren die Rahmenbedingungen Handlungen nicht in mechanistischer Weise, sondern sie **machen manche Handlungen einfacher als andere**. Änderungen der Rahmenbedingungen müssen jedoch erst wahrgenommen und übersetzt werden, damit sie Handlungen beeinflussen können (Geels & Schot, 2007).

Phasen der Transformation: Wie Änderungen sozio-technischer Systeme vor sich gehen

Auch wenn Nischen, wie beschrieben, als die Samen für die Veränderung von Systemen verstanden werden, liegt der Erfolg von Transformationen in der Abstimmung von Prozessen zwischen Nischen, Regime und Rahmenbedingungen. Transformation gelingt, wenn Regime offen genug sind, um radikale Innovationen zu akzeptieren, wenn die externen Rahmenbedingungen genügend Druck für Veränderung ausüben und wenn radikale Innovationen aus Nischen verfügbar sind, um Gelegenheiten zur Veränderung nutzen zu können. Für die Governance-Praxis bedeutet das, dass Nischen notwendig, aber nicht hinreichend sind (Raven, Van den Bosch, & Weterings, 2010). Nach (Geels, 2020) und (Raven, Van den Bosch, & Weterings, 2010) laufen Transformationen in vier Phasen ab:

³⁵ (Geels & Schot, 2007) bringen in Analogie zur biologischen Evolution die Bodenbeschaffenheit, Bergketten oder Flüsse als Beispiele solcher relativ stabilen Konditionen.

³⁶ (Geels & Schot, 2007) bringen in Analogie zur biologischen Evolution Niederschlagsmuster, Stürme oder Blitzschlag als Beispiele solcher dynamischen Konditionen.

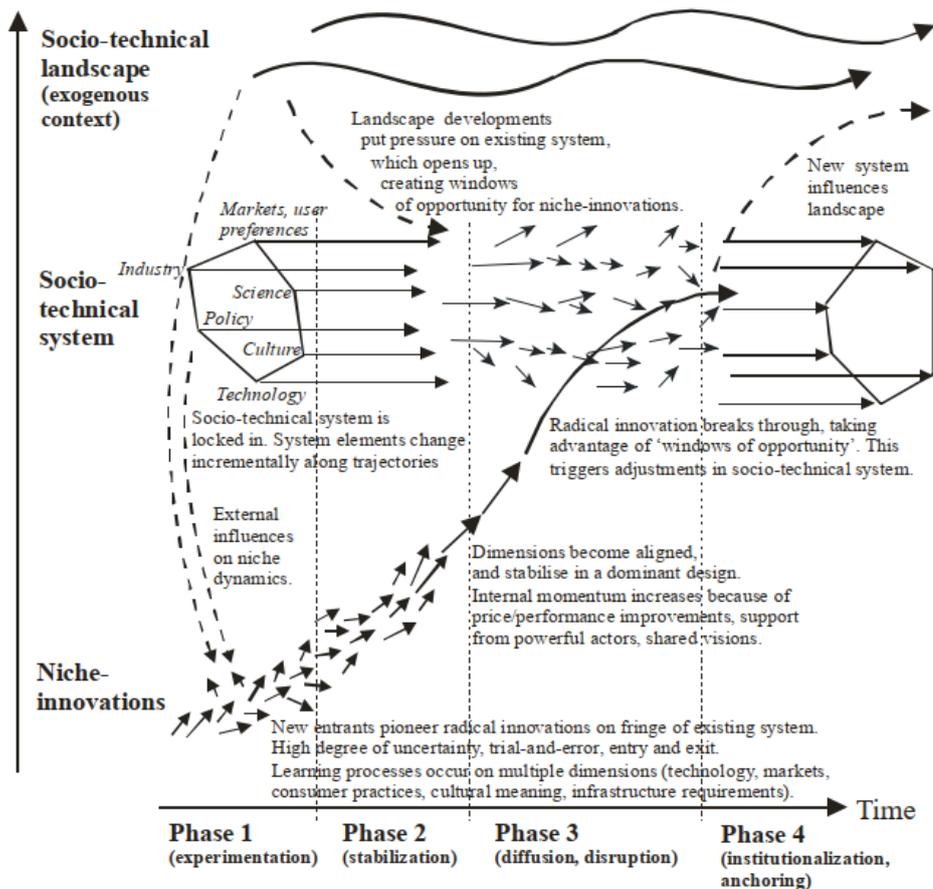


ABBILDUNG 6: TRANSFORMATION ALS MULTI-LEVEL-PROZESS. QUELLE: (GEELS, 2020).

In der **ersten Phase** entstehen, als Reaktion auf wahrgenommene Probleme in den Rahmenbedingungen oder Unzulänglichkeiten des Regimes, **alternative Lösungsansätze (radikale Innovationen)** in Nischen. Nischen können allerdings nicht top-down kreiert werden. Sie **entstehen** vielmehr **bottom-up**, wobei dieser Prozess durch eine Vielzahl an Akteuren gelenkt und beeinflusst werden kann. Durch hinzukommen neuer Akteure, initiieren spezifischer Lernprozesse oder durch ein Set an Demoprojekten können Nischen in gewünschte Richtungen gelenkt werden.

Pioniere (Einzelakteure oder kollektive Akteure jeglicher Art) engagieren sich in vielen **lokalen Projekten und Initiativen, um radikale Lösungen** für die wahrgenommenen Probleme zu finden. Es gibt noch kein dominantes Design der Lösung, die Anstrengungen gehen in diverse Richtungen (Abbildung 6: Divergierende Pfeilrichtungen auf Nischenebene) und stehen auch in Konkurrenz zueinander, was zur Vielfalt potenzieller Lösungen beiträgt. Damit daraus Nischen entstehen, sind folgende Prozesse, deren Qualität und Zusammenspiel ausschlaggebend:

Der erste Prozess, der für die Nischenentstehung relevant ist, ist die **Artikulation und Formung von Erwartungen und Visionen** in den Initiativen. Akteure

engagieren sich in Projekten (Experimenten), weil sie bestimmte Erwartungen bezüglich der Ergebnisse bzw. der Auswirkungen haben. Die Artikulierung dieser Erwartungen ist wichtig, damit sich neue Akteure darin wiederfinden, einklinken und Ressourcen akquiriert werden können – gerade, wenn Funktionalität und Leistung der zu entwickelnden Innovationen noch unklar sind – was bei radikalen Innovationen immer der Fall ist. Zudem geben Erwartungen die Richtung von Suchaktivitäten und der angestrebten Entwicklungsrichtung vor und dienen so als Basis für Entscheidungen (z.B. Investitionen, Aktivitäten). Der Prozess trägt dann effektiv zu einer Nischenbildung bei, wenn

- eine größere Anzahl an Akteuren dieselben Erwartungen teilen, die so zu einer gemeinsamen Vision werden (was kann und soll mit der Lösung erreicht werden).
- Die Erwartungen zunehmend auf greifbaren Ergebnissen aus mehreren Projekten beruhen (s. Lernprozess).

Im zweiten Prozess der Nischenentstehung geht es um die **Bildung von Netzwerken**. Die anfangs fragilen Netzwerke müssen breiter aufgestellt werden, um Koalitionen/Interessensgemeinschaften zu etablieren, die die Innovation fördern. Radikale Innovationen benötigen zudem neue Akteurskombinationen, möglichst aus unverbundenen Bereichen und Disziplinen. Explizite Erwartungen und gemeinsame Visionen (s.o.) helfen dabei, weitere Akteure einzubeziehen. Netzwerkprozesse sind dann erfolgreich, wenn

- das Netzwerk „breit“ aufgestellt ist (Unternehmen, Nutzer, Politikakteure, Forschungsakteure, Regimeakteurinnen als auch Regime-Outsider), damit unterschiedlichste Ansichten und Perspektiven geteilt werden. Die Einbeziehung von Randgruppen/Outsidern ist besonders hilfreich, um kognitive Rahmen zu erweitern und second-order learning zu fördern, was gerade für soziale Innovationen essenziell ist.
- Das Netzwerk „tief“ ist, d.h. es konsolidiert sich, indem durch gemeinsame Narrative Vertrauen aufgebaut wird. Regelmäßige Interaktionen sind dabei hilfreich. Akteure sollten somit in der Lage sein, weitere Ressourcen zu akquirieren und einflussreiche Akteure zu verpflichten.

Der dritte Prozess in diesen (noch lokalen) Projekten ist das **Lernen**. Experimentell werden das beste Design, die Bedarfe der Nutzer und die Bedeutungen von Artefakten in verschiedenen Gruppen erprobt. Auf Basis der Lernprozesse werden Erwartungen und Visionen verfeinert und verändert. Damit die Projekte effektiv zur Nischenentwicklung beitragen, sollte der Lernprozess

- breit sein, d.h. nicht nur auf technische Optimierung ausgerichtet, sondern, wie oben erläutert, auch auf die Abstimmung zwischen Technologie (Design, notwendige Infrastrukturen) und Gesellschaft abzielen (z.B. Nutzerbedarfe, kulturelle Bedeutung, Regulierung). Schließlich sollte ja eine „configuration that works“ resultieren.
- Reflexiv sein, d.h. er sollte zur Änderung von Überzeugungen und Ansichten beitragen können, um Kursänderungen zu ermöglichen, wenn die Lösungen nicht die Erwartungen erfüllen. Die Rede ist dann von „second-order learning“. So können sich z.B. Erwartungen bzgl. der Natur des Problems sowie potenzieller

Lösungen anpassen.³⁷ Im Fall von sozialen Innovationen geht es darum, alternative Perspektiven der Realität zu entwickeln.

Finden solche Lernprozesse in den lokalen Projekten statt, dann entsteht graduell ein Konsens über das beste Design der lokalen Lösung und der verbundenen Erwartungen und es erhöht sich die Chance der breiten Diffusion der entwickelten radikalen Innovationen, und damit der Nischenbildung.

In der **zweiten Phase summieren** sich die Arbeiten aus **mehreren lokalen Experimenten bzw. Projekten**, die **Innovation stabilisiert sich als Entwicklungstrajektorie und es entsteht eine Nische – im Sinne einer Community, die „an derselben Sache arbeitet“**. Das passiert folgendermaßen:

Innovationen finden kleine Marktnischen, womit Ressourcen für weitere Entwicklungen verfügbar werden. Es können Erfahrungen aus der praktischen Nutzung der Innovationen gesammelt werden – bzgl. technischem Design aber auch über Nutzerpräferenzen und wie technische Artefakte in die Gesellschaft passen bzw. welche Funktionen sie erfüllen (Lernen). Die zusätzlichen Ressourcen und positive Erfahrungen machen es für neue Akteure interessant, sich für die Lösungen zu engagieren (Vernetzung). Erwartungen und Visionen werden auf Basis der Erfahrungen spezifischer bzw. neu geformt.

Durch die **Zirkulation von Wissen und Akteuren zwischen lokalen Projekten**, bspw. im Rahmen von Konferenzen, Workshops, mittels Publikationen oder durch Intermediäre³⁸ (Innovationsagenturen, Interessenvertretungen etc.) können lokale Variationen der Lösungen verglichen und abgestimmt werden. Dieser Wissens- und Ressourcenaustausch über lokale Kontexte hinweg ist von zentraler Bedeutung für die Entstehung einer Nische – als Aggregat individueller Variationen. Neben den lokalen Projektnetzwerken entstehen so „globale“ (nicht im geografischen Sinn!) Nischennetzwerke.

Durch die Definition von Best-Practice-Beispielen, Modellbildungen, Standardisierung oder Kodifizierung von Wissen können **Ergebnisse aus kontextgebundenen lokalen Projekten in generische Lektionen und Regeln übergeführt und aggregiert werden** – d.h. es entsteht abstrakteres, „globales“ Wissen, das von einer größeren Community geteilt wird – einer Nische (s. Abbildung 7). Es bildet sich ein dominantes Design für die Innovation heraus (s. Abbildung 6: Aus vielen Pfeilen wird ein Pfeil). Diese generischen Regeln in Verbindung mit den geteilten Erwartungen und Visionen bzgl. der Innovation geben die Richtung für

³⁷ Z.B. können E-PKW als Ersatz für Verbrenner-PKW verstanden werden, womit der Entwicklungsfokus auf bessere Batterien gelegt wird, weil die Erwartungen an Verbrenner-PKW die Befriedigung von flexibler Mobilität bei hoher Reichweite beinhaltet. Werden diese Erwartungshaltungen jedoch hinterfragt und geändert, dann werden andere Lösungen wie Mobilität als Dienstleistung, Radverkehr und mehr öffentliche Verkehrsmittel als Lösungen für ein neues Mobilitätssystem attraktiver und denkbar.

³⁸ Shell war bspw. in den meisten Photovoltaikprojekten in den 90ern in den Niederlanden involviert.

weitere Projekte vor – es entsteht eine neue Entwicklungstrajektorie (Schot & Geels, 2008).

Während geteilte Erwartungen in der ersten Phase lokale Lernprozesse zur Lösung spezifischer technischer Probleme anleiten, so beziehen sich die geteilten Erwartungen und Visionen in der zweiten Phase, also auf Nischenebene, stärker auf die angedachte Funktionalität der Lösung (wozu soll sie eingesetzt werden, was soll sie bewirken). Zusätzlich können „globale“ Nischennetzwerke ihre Arbeit auch nach außen orientieren und versuchen, weitere (einflussreiche) Akteure für ihr Anliegen zu gewinnen, indem sie die Erwartungen darüber formen, was eigentlich eine gute bzw. erfolgreiche Leistungserbringung ausmacht³⁹ und so ein Repertoire an Narrativen zusammenstellen, das auf den Erfahrungen lokaler Experimente basiert.

Auch in dieser zweiten Phase laufen also interagierende Prozesse zur Artikulation von *Erwartungen*, *Netzwerkbildung* und *Lernen* ab, von denen die erfolgreiche Nischenbildung abhängt.

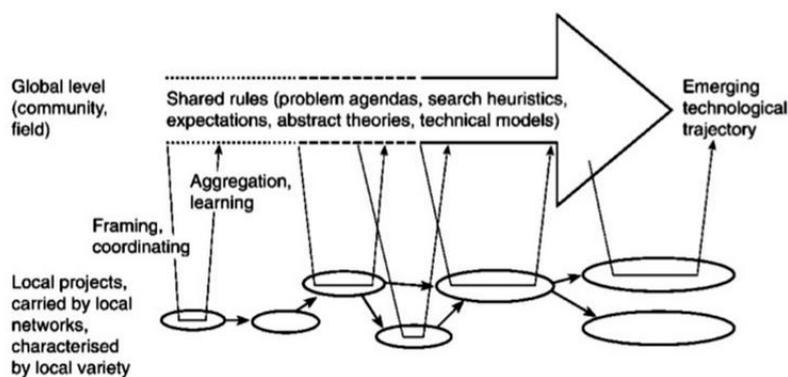


ABBILDUNG 7: ENTSTEHUNG VON NISCHEN UND ENTWICKLUNGSTRAJEKTORIEN DURCH GENERISCHE REGELN. QUELLE: (GEELS & RAVEN, 2006)

In der **dritten Phase** kommt es zu einer deutlichen Stärkung der Nischenlösung, womit sie in die Lage versetzt wird, mit den konventionellen Lösungen des Regimes abseits von Nischenmärkten in Wettbewerb zu treten. Damit ist diese Phase auch von Widerständen und Kontroversen geprägt. Es kommt zur **breiten Diffusion der Innovation (Hochskalieren)**. Ab hier treten die Interaktionen zwischen den Ebenen Nische, Regime und Rahmenbedingungen ins Zentrum.

Zunächst tragen nischeninterne Prozesse zur Stärkung und Diffusion bei. „Learning by doing“-Erfahrungen von Produzenten auf Basis des dominanten Designs fördern die Weiterentwicklung und das Kosten/Leistung-Verhältnis verbessert sich.

³⁹ Promotoren von Photovoltaik können etwa neben den eng gehaltenen Kosten-Nutzen-Vergleichen auch Versorgungssicherheit, Erträge für die lokale Wirtschaft und Nachhaltigkeitsaspekte in die Debatten einbringen.

Skalenerträge stellen sich ein. Die einzelnen System-Elemente justieren sich gegenseitig (Technologie, Nutzerpraktiken, Infrastrukturen, Regulierung etc.), wodurch sich die Konfiguration weiter stabilisiert. Gerade die Einbettung in Nutzerpraktiken und Routinen erfordert dabei Anstrengungen der Nutzer (symbolischer, praktischer und kognitiver Natur). Immer mehr Menschen wenden Nischenlösungen an (neue Technologien, Regeln, Praktiken etc.), d.h. die Nische wird hochskaliert. Das wird auch dadurch unterstützt, wenn verschiedene Nischen zusammenwachsen (z.B. E-Mobilität und Car-Sharing), indem Ideen, Menschen, Regeln oder Produkte zwischen diesen Nischen zirkulieren, was oft durch Intermediäre ermöglicht wird. Auch die Replikation von Nischen in anderen Kontexten (geografisch oder kulturell) trägt zur Stärkung einer Nische bei.

Eine zentrale Erkenntnis ist es jedoch, wie bereits erwähnt, dass Systemänderung nur durch das Zusammenwirken der Nischenentwicklungen mit den beiden anderen Ebenen („Landscape“ und Regime, im Sinne handlungsleitender, stabiler Regel-Sets) zustande kommen. Das Vorhandensein von radikal neuen, (nachhaltigen) Lösungen und Praktiken aus Nischen allein genügt nicht, um Systeme zu transformieren. Damit diese Lösungen die etablierten Regime-Praktiken tatsächlich ersetzen können, muss das Regime zusätzlich destabilisiert werden. Das geschieht, indem sich verändernde Rahmenbedingungen (graduell oder abrupt) Druck auf das Regime ausüben. Dadurch entstehen Gelegenheitsfenster, die den Nischen zum Durchbruch verhelfen können.

Das Regime ist, wie beschrieben, dynamisch stabil. Es **regiert** auf *interne* Herausforderungen (z.B. Wettbewerb) – unter stabil bleibenden Regel-Systemen – mit inkrementellen Innovationen entlang etablierter Entwicklungstrajektorien (s. Abbildung 6: Angedeutet durch die horizontalen, nach rechts verlaufenden Pfeile). Es reproduziert sich also. Veränderungen der Rahmenbedingungen – entweder abrupt (z.B. Epidemien, Kriege, Atomunfälle) oder graduell (z.B. Klimawandel, Demografie) können das Regime nun zusätzlich unter Druck setzen. Bleibt der wahrgenommene Druck eher schwach, verteidigen Regimeakteure den Status quo und bleiben bei der Ansicht, dass Probleme inkrementell gelöst werden können. Als Reaktion auf stärker werdende Konkurrenz aus Nischen investiert das Regime ebenso stärker in interne Weiterentwicklungen bestehender Regime-Lösungen.⁴⁰

Der Druck aus den sich verändernden Rahmenbedingungen kann aber so groß werden, dass der Glaube etablierter Akteure daran, dass die neuen Herausforderungen mit Regimemitteln in den Griff zu bekommen seien, zusehends schwindet. Das Regel-Set – als Spielplan, welche Dinge wie und warum zu tun sind – erodiert somit und es herrscht Unsicherheit (de-alignment – s. Abbildung 6: Als unterbrochene Pfeile auf Regimeebene dargestellt). Regimeakteurinnen verteidigen ihre Ansätze nicht mehr durchgehend und ausnahmslos, was sich etwa in sinkenden

⁴⁰ Dies wird als „sailing ship effect“ bezeichnet, nachdem die Leistungsfähigkeit von Segelschiffen nach dem verbreiteten Aufkommen von Dampfschiffen sprunghaft zugenommen hat (Geels & Schot, 2007).

F&E-Investitionen zeigt. Einzelne Regimeakteure wenden sich vom Regime ab, Destabilisierung findet statt, und es werden sogar radikale alternative Lösungen erkundet. Das ist der Punkt an dem Nischenlösungen das Regime neugestalten können.

Diese Neugestaltung findet schließlich in der **vierten Phase** statt und kann in zweierlei Formen vonstattengehen, wobei hier die Interaktion zwischen Nischen und Regime im Fokus steht (Smith & Raven, 2012):

- Zum einen können Regimeakteure die Nischenlösungen aufgreifen und in das bestehende Regel-Set des Regimes einpassen. Das ist dann möglich, wenn die Nischenlösungen so entwickelt wurden (bzw. wettbewerbsfähig gemacht wurden), dass sie in das unveränderte Selektionsumfeld – also das Regime bzw. das etablierte Regel-Set – passen und damit übereinstimmen (**fit-and-conform Szenario**), indem sie z.B. an bestehende Industrienormen oder Strukturen angepasst werden. Biokraftstoffe etwa haben das Transportsystem nicht transformiert, sondern wurden in das bestehende, um den Verbrennungsmotor herum gebildete, System eingegliedert. Die Nischenlösungen stehen hier in einem eher symbiotischen Verhältnis zu den etablierten Regimepraktiken. Dabei besteht allerdings oft ein trade-off zwischen Nachhaltigkeitspotenzial und Regime-Einpassung. Dadurch büßen Nischeninnovationen also ihr Potential ein, zu einer umfassenden Systemveränderung beitragen zu können. Aus sozio-technischer Sicht radikale Innovationen bekommen dadurch einen **inkrementellen Charakter und Rebound-Effekte** werden wahrscheinlich. Aus TIP-Perspektive wäre dieses Szenario nicht die erste Wahl.
- Zum anderen können **Nischenlösungen** so entwickelt werden, dass sie mit den **Regimelösungen stärker im Wettbewerb stehen (disruptiv statt symbiotisch)**. Sind Regime genügend geschwächt – z.B. durch Veränderungen der Rahmenbedingungen – können die in Nischen initiierten und eingebetteten institutionellen Reformen (neue Regeln, Werte, Normen etc.) dann auf das Regime übertragen werden, womit also das ursprüngliche Selektionsumfeld umgestaltet (**stretch-and-transform Szenario**) und so der Weg für weitere radikale Nischeninnovationen geebnet wird. Die Durchsetzung von Mobilitätsdienstleistungen (mobility-as-a-service⁴¹) bspw. erfordert weitreichendere Veränderungen von Regimeregeln und Praktiken.

Starke Nischen mit ihren radikalen technologischen und institutionellen Innovationen können Aushängeschilder für nachhaltigere Alternativen sein und so institutionelle Reformen unterstützen. Dazu müssen sie realistische, funktionierende Lösungen für Instabilitäten und Spannungen im Regime bieten, sodass eine steigende Zahl einflussreicher Akteure – meist eine Koalition aus Regime- und Nischenakteuren, die in der Lage sind, Veränderung voranzutreiben – eher Nischenpraktiken akzeptieren und institutionalisieren als mit Regimelösungen weiterzuarbeiten. Wesentlich für dieses Entwicklungsszenario

⁴¹ Der Transformationsprozess dieses Beispiels wird im Anhang dargestellt.

sind sowohl ordnungspolitische Maßnahmen wie umweltpolitische Regulierung, fiskalpolitische Maßnahmen oder Quoten, um Regimeakteurinnen stärker für Investitionen in Nischenlösungen zu gewinnen, als auch die Mobilisierung von materiellen und immateriellen Ressourcen, um die politische Debatte über künftige Institutionen beeinflussen bzw. mitbestimmen zu können.

Die Darstellung der Szenarien ist idealtypisch zu verstehen. In der Praxis zeigen sich Mischtypen bzw. auch unterschiedliche Sequenzen. Ein fit-and-conform Szenario kann bspw. graduell in ein stretch-and-transform Szenario übergehen, wenn etwa Nischenkoalitionen stärker werden und effektiv für neue Institutionen lobbyieren. Umgekehrt kann der Widerstand des Regimes in einem anfänglichen stretch-and-transform Szenario stärker werden und ursprüngliche Regeländerungen abschwächen⁴² (Geels, et al., 2016).

Die beiden Szenarien erfordern jeweils unterschiedliche Strategien hinsichtlich der Stärkung der Nischen, wobei entsprechende Narrative eine zentrale Rolle einnehmen. Um das aus TIP-Perspektive erstrebenswerte stretch-and-transform Szenario zu fördern, müssen die Anstrengungen darauf ausgerichtet werden, die Welt davon zu überzeugen, dass die Spielregeln komplett neugestaltet werden müssen. Leistung und Legitimität der Nischenlösungen sollten auf Basis von Nachhaltigkeitskriterien bewertet werden anstatt dem Status quo. Nischenpromotoren müssen also institutionelle Reformen einfordern, anstatt die Nischenlösung an bestehende Regimelogiken anzupassen. Die Unterscheidung der beiden Szenarien macht auch deutlich, dass Nischenlösungen genügend reif und zum richtigen Zeitpunkt verfügbar sein müssen, wenn das Regime durch Druck von außen so weit geschwächt wurde, dass sich ein Gelegenheitsfenster ergibt.

Am Ende der **vierten Phase ersetzt das neue, nachhaltiger gestaltete System mit seinem neuen Regel-Set das alte System und erfährt Institutionalisierung** in Regulatorien, Industriestrukturen, Nutzerrouninen, Standards und in Ansichten darüber, was als „normal“ gilt. Neben einzelnen technologischen Neuerungen (in Bezug auf das Energie-System z.B. erneuerbare Energien) erfordert dies wie gesagt komplementäre technologische Innovationen (z.B. Speichertechnologien), Innovationen in den Bereichen der Infrastruktur (z.B. smart grids), Geschäftsmodelle (z.B. Kapazitätsmärkte), Nutzerpraktiken (Laststeuerung, Eigenerzeugung) etc.

⁴² Für ersteres wird die Entwicklung von Offshore-Windanlagen in Großbritannien als Beispiel angeführt. Für zweiteres die Energiewende in Deutschland.

Beispiel: Energiewende in Deutschland

(Lauber & Jacobsson, 2015), (Geels, et al., 2016), (Geels, 2020).

In den 70ern dominierten Kohle und Atomkraft das deutsche Energiesystem, dessen Regime mittels Patronage für die großen Energieversorger (EVUs) durch das Wirtschaftsministerium gestärkt wurde. Nach der Ölkrise wurden F&E-Programme für Windturbinen und PV aufgelegt (Nischenbildung). Die Ölkrise und später Tschernobyl (Rahmenbedingungen) hatten auch Auswirkungen auf die öffentliche Stimmung. Mehrere Versuche einzelner Abgeordneter, Einspeisetarife für EE zu verabschieden, um Märkte für stagnierende EE zu kreieren, scheiterten jedoch am Widerstand der damaligen Regierung.

1990 schaffte es ein weiterer Vorschlag eher zufällig durch das Parlament, weil die Koalition mit der Wiedervereinigung ausgelastet war. Dieses Stromeinspeisungsgesetz verpflichtete EVUs, Strom aus erneuerbaren Energiequellen abzunehmen und bildete somit einen geschützten Raum zur Nischenentwicklung. Wirtschaftliche Rentabilität trug sodann zur Erweiterung der EE-Nischenkoalition bei, etwa durch Windturbinenproduzenten. Beides, Gesetz und die breite Koalition, förderten die Veränderung des Selektionsumfelds (stretch-and-transform Szenario; S&T).

Etablierte EVUs lobbyierten 1997 für die Reduzierung der Einspeisetarife (vor Gericht und bei GD Wettbewerb), was auch durch Proteste aus der mittlerweile breiten Nischenkoalition (EE-Verbände, Umweltgruppen, Landwirte) verhindert wurde.

Die 1998 eingesetzte rot-grüne Regierungskoalition (Rahmenbedingungen) schwächte das Regime, indem die engen Verbindungen zwischen EVUs und Regierung gelöst wurden. Das EEG 2000 sicherte die EE-Nische langfristig und verfolgte mit dem geforderten Ersatz nuklearer und fossiler Energieerzeugung eine klare S&T-Strategie, indem die Spielregeln neugestaltet wurden. Zusammen mit sinkenden Kosten bei Technologien, neuen Anwendern (Haushalte, Gemeinden, Landwirte etc.) und positiven öffentlichen Diskursen führte das zu einem Anstieg an EE von 6,9% (2000) auf 15,9% (2009).

Auf EVUs entfielen lediglich 6,5%. Diese investierten Mitte der 2000er stattdessen in neue Kohle- und gasbetriebene Kraftwerke. Deren Lobbying (Widerstand des Regimes) und der Wechsel zu einer konservativ-liberalen Regierung 2009 führte indes zur Aufhebung des zuvor beschlossenen Atomausstiegs.

Economies of scale, als nischen-interner Prozess, sowie Fukushima und die neuerliche Ankündigung zum Atomausstieg als Schwächung des Regimes, trugen zur weiteren Verbreitung von EE bei. Die sinkende Nachfrage aufgrund der Wirtschaftskrise, versunkene Kosten aufgrund des Atomausstiegs und die geringer werdenden Marktanteile wirkten destabilisierend für das Regime. Damit kamen Zweifel an den regimееigenen Geschäftsmodellen auf, was zur Reorientierung der Regimeakteure führte. So haben E.ON und RWE 2014 bzw. 2015 EE in neue (Sub-)Unternehmen ausgelagert.

EE hatten allerdings auch mit Problemen zu kämpfen, etwa Konkurrenz aus China, die mit der EE-Verbreitung stark steigende EEG-Umlage und damit Stromkosten sowie Probleme mit der Netzstabilität aufgrund der Volatilität. EVUs und Regierung (als Regime) bauten auf das Narrativ, dass EE die Versorgungssicherheit und Wettbewerbsfähigkeit (wg. Kosten) gefährden würden. Diese Herausforderungen, gemeinsam mit den wirtschaftlichen Problemen der EVUs, haben die Regierung veranlasst, den EE-Ausbau zu verlangsamen (Reduktion bzw. Ersatz der Einspeisetarife) und EVUs wieder zu unterstützen (Unterstützung von Offshore-Windanlagen). Die Regeländerungen zielten darauf ab, EE kompatibler mit dem bestehenden Energiesystem zu machen (Übergang zu einer fit-and-conform-Strategie). Die Verantwortung für das EEG wanderte nach einem Wechsel 2002 wieder vom Umweltministerium zum Wirtschaftsministerium.

7 Transformation managen: Herausforderungen, Empfehlungen und Ansatzpunkte

Die bisherigen Ausführungen sollten verdeutlichen, dass **Transformationen** das **Resultat koevolutiver Prozesse in Wirtschaft, Gesellschaft, Umwelt und Technologie darstellen**, die sich über **längere Zeiträume hinweg aufbauen** und in disruptiven Systemveränderungen kulminieren.⁴³ Ihr Gegenstand sind komplexe adaptive Gesellschaftssysteme, die wiederum von Koevolution geprägt sind. Die Systemelemente auf verschiedenen Ebenen stehen in Wechselwirkungen, die nicht linear sind. Kleine, „lokale“ Änderungen können große, „globale“ unvorhersehbare Veränderungen hervorrufen. Systeme sind zudem offen, ändern sich aufgrund interner als auch externer Veränderungen (Rahmenbedingungen).

In Transformationsprozessen kann somit horizontale Koevolution, d.h. Wechselwirkungen zwischen den Systemelementen wie Technologie, Infrastruktur, Regulierung, Verhalten etc., als auch vertikale Koevolution beobachtet werden, die zwischen den verschiedenen Ebenen (Nische, Regime, Rahmenbedingungen) besteht. Wichtig für die Beeinflussung von Transformationen ist die Tatsache, dass diese einen **deutlichen Schub erhalten, wenn Prozesse in verschiedenen Systemelementen und auf verschiedenen Ebenen ineinandergreifen und sich gegenseitig verstärken**. Man spricht dann von „Modulation“.

⁴³ Angelehnt an die „Punctuated-Equilibrium-Theorie“ (Punktualismus) (Eldredge & Gould, 1972).

7.1 Kern-Charakteristika von Transformationen

Transformationen zeigen aufgrund dieser beschriebenen Konfiguration bestimmte Charakteristika, die sich auch aus den weiter oben beschriebenen Elementen und Dynamiken ergeben, die sie von „normalen“ Veränderungsprozessen unterscheiden, und die Einfluss darauf haben, wie Transformationen zu managen sind (Köhler, et al., 2019), (Loorbach, Franzeskaki, & Avelino, 2017), (Hölscher & Franzeskaki, 2020).

- *Multidimensionalität und Koevolution:* Wie beschrieben bestehen Systeme aus vielen Elementen, die in Wechselwirkung zueinander stehen. Ebenso stehen einzelne Systeme (z.B. Energie und Mobilität, Gesundheit und Ernährung) miteinander in Verbindung. Koevolution bedeutet auch verstärkende Rückkoppelung zwischen Systemelementen und Systemen.
- *Nicht-Linearität:* Koevolution und Rückkoppelungen resultieren in disruptiven Veränderungen. Damit treten auch „Kippunkte“ auf, an denen sich Systeme abrupt ändern können. Lineares Kausalitätsdenken ist damit fehl am Platz; Zeitaspekte werden wichtiger.
- *Emergenz:* Wirkungen auf höherer Ebene können oft nicht durch Änderungen einzelner Subelemente erklärt werden. Transformation resultiert damit aus vielen kleinen Aktivitäten und Änderungen, wobei deren Wirkungsweisen unvorhersehbar und im Vorhinein nicht planbar sind.
- *Unsicherheit:* Alle bisher genannten Charakteristika tragen zur Komplexität und damit dazu bei, dass Transformationen mit Unsicherheiten verbunden sind. Auswirkungen von Interaktionen sind kaum vorhersehbar. Ursache-Wirkungszusammenhänge sind unklar und Rahmenbedingungen ändern sich laufend – gerade bei solchen langfristigen Unterfangen. Damit sind auch Ziele und potenzielle Lösungen variabel, was Transformation zu einem „open-ended“-Prozess macht. Letzteres auch, weil Nachhaltigkeit kein Ziel ist, das irgendwann endgültig erreicht ist. Es wird laufend Handlungsbedarf geben.
- *Multi-Akteurs-Prozesse und Uneinigkeiten:* Transformation hat Systemveränderung zum Inhalt, was die Einbeziehung vieler Akteure und Akteursgruppen (Industrie, Politik, Zivilgesellschaft, Wissenschaft etc.) bedingt. Diese haben unterschiedliche Interessen und Vorstellungen darüber, in welche Richtung sich die Gesellschaft entwickeln soll und welche Lösungen adäquat sind. Einflussreiche Regimeakteure versuchen, den Status quo aufrechtzuerhalten.
- *Variation und Selektion:* Nicht nachhaltige Systemkonfigurationen kreieren Pfadabhängigkeit und Lock-Ins, die hohe Stabilität aufweisen und das Selektionsumfeld bestimmen. Änderungsimpulse radikalen Charakters kommen als Variationen aus Nischen. Transformation wird getrieben durch die komplexen Interaktionen zwischen diesen Neuerungsimpulsen und Stabilisierungskräften.
- *Normativität:* Nachhaltigkeit ist ein öffentliches Gut und der Politik kommt damit eine zentrale Rolle in der Sicherstellung dieses Guts zu. Allerdings ist gerade in einem solchen Multiakteurs-Setting umstritten, worin genau sich Nachhaltigkeit manifestiert. Was erstrebenswert ist hängt ab von Auffassungen, Werten und Erkenntnis. Transformationen in bestimmte Richtungen zu lenken ist damit

immer ein normatives, politisches Unterfangen, das (neue) Verlierer und Gewinner hervorbringt.

- *Langzeit-Prozess:* Transformationen sind Prozesse, die über Jahrzehnte andauern können. Neue radikale Lösungen benötigen Zeit zur Entwicklung und Diffusion. Ebenso lange dauert die Überwindung von Widerständen bei Regimeakteuren. Positive Ergebnisse stellen sich nicht kurzfristig ein.

Es herrscht Einigkeit darüber, dass **Transformationen nicht kontrollierbar sind, aber doch beeinflussbar**, was deren Richtung und Geschwindigkeit betrifft. Auch wenn Transformationen teilweise autonom ablaufen, sind sie also zumindest ebenso teilweise zu managen. Nachdem sie aber das Ergebnis unzähliger verschiedener Ursachen sind, sind sie auch nicht von einzelnen Akteuren beeinflussbar. Viele Akteure haben verschiedene Interessen und Sichtweisen auf das System, womit jeder der Akteure zumindest Teile des Systems beeinflusst und somit „managt“ (Loorbach D., o.J.). Der Staat bzw. die öffentliche Verwaltung ist dabei nur ein Akteur unter vielen, mit eingeschränkter Macht, kognitiven Perspektiven und limitierten Ressourcen, um Systemveränderungen zu beeinflussen.

Governance von Transformationsprozessen, und damit Direktionalität und Koordination auf Systemebene, entsteht aus der Interaktion diverser Akteursgruppen. Die **Verwaltung** kann also versuchen, diesen **Prozess zu beeinflussen, ihn aber nicht kontrollieren**. Wenn Systemregime genügend stabil sind, kann deren radikale Veränderung von Politikakteuren nicht einfach verordnet oder erzwungen werden. Aber sie können Gelegenheitsfenster nutzen und Entwicklungen auf verschiedenen Ebenen (Nischen stimulieren, Regime destabilisieren) koordinieren und aufeinander ausrichten, damit Transformationen (in Richtung nachhaltiger Systemkonfigurationen) wahrscheinlicher werden.

Dies geschieht durch Maßnahmen, die **Synergien** zwischen verschiedenen Veränderungen schaffen, die sich gegenseitig verstärken und so transformative Prozesse beschleunigen und diesen eine Richtung geben. Die **Langfristigkeit** und strategische Orientierung solcher Instrumentenpakete ist ebenso ein Merkmal transformativer Politik. Sie zielen zunächst darauf ab, Pioniere und Experimente zu fördern, danach diese erfolgreichen Innovationen zu institutionalisieren und schließlich durch eine Belastung von alten Strukturen und einer Umverteilung zugunsten der Innovatoren die Diffusion zu fördern.

Transformative Politik entfaltet sich insbesondere im **Grenzbereich zwischen verschiedenen Teilsystemen**, erkennt deren Interaktionen und initiiert sich wechselseitig verstärkende Prozesse — in anderen Worten: Sie fördert Synergien zwischen einzelnen Veränderungen in Teilsystemen, welche sich koevolutionär beeinflussen und der gesamtgesellschaftlichen Entwicklung eine Richtung geben (Jacob, Bär, & Graaf, 2015).

Wie beschrieben liegen Transformationen komplexe Systeme zugrunde. Deren Eigenschaften erfordern, dass **Governance-Maßnahmen auf mehreren konzeptuellen als auch räumlichen Ebenen** stattfinden sollten, wobei jede Ebene eigene Prozesse und Ergebnisse aufweist (Strategien, Visionen, Projekte etc.).

Management von Transformationen erfordert also Multi-level Governance, wobei öffentliche und private Akteure gemeinsam, koordiniert Politik in iterativer und evolutionärer Weise und auf mehreren Politikebenen gestalten. Dieses iterative, evolutionäre Vorgehen resultiert aus der Einsicht, dass Koalitionen-Bildung und gegenseitige Abstimmung gesellschaftliche Veränderung vorantreiben. Verhandlungs- und Abstimmungsprozesse, in denen Akteure ihre Ansichten verändern sowie Probleme und Rollen im System neuformulieren und die auf allen Ebenen stattfinden, bilden den Kern transformativer Governance-Aktivitäten (Loorbach D., o.J.).

7.2 Governance-Strategien und Gestaltungsempfehlungen

Aus dem bisher gesagten lassen sich zwei grundsätzliche Strategien ableiten, die verfolgt werden müssen, um Transformationen zu beeinflussen. Die dargestellten Charakteristika von Transformationen müssen in der konkreten Ausgestaltung und Umsetzung dieser beiden Strategien berücksichtigt werden. Zum einen muss im Sinne einer „**destruktiven**“ **Politik der Druck auf nicht nachhaltige Regime erhöht werden**. Zum anderen müssen in Sinne einer **konstruktiven Politik radikale Innovationen als alternative, nachhaltigere Lösungen** hervorgebracht werden. Es geht also um das bereits angesprochene Gleichgewicht zwischen Variation und Selektion. Dabei können verschiedene Politikinstrumente zum Einsatz kommen:

In den ersten beiden Phasen (s.o.) braucht es **Instrumente auf Nischenebene um Visionsbildung, Netzbildung und Lernen in Experimenten** zu fördern. Gleichzeitig kann der Druck auf Regime durch regulative (z.B. Effizienzvorschriften, Normen) und fiskalische Instrumente (Steuern) graduell erhöht werden – als erste Schritte für phase-out policies.

In der dritten und vierten Phase sollten **radikale Innovationen an Zugkraft gewinnen**. Dazu braucht es **Politikinstrumente, die die neuen Lösungen vorantreiben und verbreiten** (z.B. Förderung der Anwendung bzw. Märkte gestalten). Die Diffusion erfordert auch Anpassungen in Infrastrukturen und Regulativen, was entsprechende Instrumente notwendig macht. Im Zuge der stärkeren Verbreitung neuer Lösungen und Technologien werden Erfahrungen über deren Funktionen und Auswirkungen gesammelt, was laufende Adaption der eingesetzten Instrumente und Maßnahmen erfordert (Geels, 2006).

Konstruktive und destruktive Strategien sowie die Implikationen der spezifischen Transformationscharakteristika sollen im Folgenden näher beschrieben werden.

7.2.1 Hervorbringen radikaler Alternativen

In Hinblick auf die Förderung von Variation als nachhaltige Alternativlösungen zu bestehenden Praktiken lassen sich mehrere Gestaltungsempfehlungen ableiten.

Gemeinsame Visionen und Erwartungen erarbeiten

Die Relevanz von Erwartungen und gemeinsamer Visionen für die Entstehung von Nischen wurde weiter oben bereits kurz angesprochen und wird hier noch weiter vertieft.

Transformation verläuft, wie gezeigt, im Kontext von „wicked problems“ und radikal neuartigen Ansätzen, um diese zu lösen. Beides ist von Unsicherheit gekennzeichnet. Es ist zunächst unklar, wo genau das Problem liegt und was die Ursachen dafür sein könnten. Ebenso unklar ist, ob eine bestimmte angedachte, radikale Innovation zur Problemlösung beitragen wird und falls ja, wie. Dementsprechend wichtig ist es, Erwartungen diesbezüglich zu formulieren. Sie machen für andere deutlich, wie eine alternative Zukunft aussehen könnte und was eine angedachte radikale Innovation dazu beitragen könnte. In dieser Hinsicht wirken Erwartungsdarstellungen motivierend für Dritte, reduzieren die wahrgenommene Unsicherheit und fördern den Glauben an die radikalen Innovationen. Solche Erwartungen sind zunächst sehr divers, auch was die Problemlösungsfähigkeit bestehender Regime sowie die künftige Entwicklung der Rahmenbedingungen betrifft. Konvergieren diese diversen Erwartungen verschiedener Akteure im Laufe der Zeit, dann führen sie zunächst, wie oben dargestellt, zu einem dominanten Design einer radikalen Innovation, und in Kombination mit geteilten Erwartungen über deren potenzielle Auswirkungen und Zukunftsentwicklungen zu gemeinsamen Visionen, die die Nischenentwicklung rechtfertigen, anleiten und vorantreiben.

Diese **Visionen** sind erst vage, meist nur eine **grobe Orientierung** bzw. ein Problem-Framing, um das herum sich eine kleine Koalition von Akteuren bildet, und konsolidieren sich im Laufe der Zeit zu einem stabilen gemeinsamen Verständnis bzgl. der angedachten Konfiguration neuer Artefakte und neuer funktionierender Praktiken und Verhaltensformen. Damit formen die gemeinsamen Visionen wiederum die Erwartungen beteiligter Akteure. Aber auch hier ist Flexibilität und ein iteratives Vorgehen geboten, weil sich verändernde Rahmenbedingungen die Problemdefinitionen und damit die Erwartungen an die neuen Lösungen beeinflussen. Technologien zur Gewinnung alternativer Energien standen bspw. anfangs in Zusammenhang mit Diversifizierung (Ölkrise), mittlerweile jedoch stehen Umweltaspekte im Zentrum (Klimawandel).

Neben ihrer motivierenden Funktion, weitere Akteure für eine neue Lösung zu begeistern („Verkauf“ von Versprechungen), **wirken Visionen** auch **koordinierend**. Sie bieten Anhaltspunkte in ansonsten sehr variablen Kontexten – niemand weiß, wie sich radikale Innovationen und ihr gesellschaftliches Umfeld in deren Interaktion entwickeln werden – sodass trotz variabler kurzfristiger Zielsetzungen, langfristig dennoch strategisch an mehreren Entwicklungstrajektorien gearbeitet werden kann. Visionen sind damit ein wesentliches Instrument für die Direktionalität solcher

langfristigen und überraschungsgeladenen Transformationsprozesse und sie gewinnen an Kraft, wenn sie von vielen (einflussreichen) Akteuren (Produzenten, Nutzerinnen, Politikakteure, Zivilgesellschaft) getragen werden (Schot, Kanger, & Verbong, 2016). Dafür wiederum ist es notwendig, die Glaubwürdigkeit der Vision zu stärken, bspw. durch Erfolgsgeschichten aus Nischenexperimenten. Visionen bilden zudem die Basis für die Formulierung von Narrativen, die die Legitimation radikal neuer Ansätze inklusive der dahinter liegenden Wertevorstellungen untermauern. Je nachdem, wie diese Narrative gestaltet werden, unterstützen sie entweder eine stretch-and-transform Strategie oder aber eine fit-and-conform Strategie.⁴⁴

Zusammenfassend erfüllen **Visionen folgende Funktionen für die Nischenbildung** in Regionen (Smith, Stirling, & Berkhout, 2005):

- Sie zeigen auf, welche Alternativen denkbar und möglich sind;
- Sie helfen, Probleme zu definieren;
- Sie bilden einen Referenzrahmen für Zielsetzung und Erfolgsmonitoring;
- Sie verbinden Interessensgemeinschaften und „communities of practice“;
- Sie unterstützen die Ressourcenakquise.

Partizipative Foresight-Prozesse, in denen Visionen erarbeitet, durch Back-Casting Ziele abgeleitet und darauf Roadmaps erarbeitet werden, werden hier als sinnvolle Methode genannt.

Experimente ermöglichen

Experimente sind der erste Schritt zur Nischenentwicklung. Komplexität, Unsicherheit und Unvorhersehbarkeit sind auch jene Charakteristika, die die Notwendigkeit von Experimenten in Transformationen bedingen. Im Kontext von „wicked problems“ ist es, wie dargestellt, kaum möglich, Auswirkungen von Interventionen (radikal neue Lösungen) vorherzusehen. Aufgrund der fehlenden Standardisierbarkeit von potenziellen Lösungsansätzen entziehen sie sich auch den wissenschaftlich-formalisierten Methoden von ex-ante Folgenabschätzungen, und generell einer Möglichkeit, mittels solcher Methoden Erkenntnisse über die neuen Lösungen zu generieren. Wegen des koevolutiven Charakters von Technologie und Gesellschaft ist zudem unklar, ob und wie neue radikale Lösungen in der Praxis funktionieren, welche Funktionen sie erfüllen sollen und können oder was notwendig ist, damit sie funktionieren und ihre transformative Wirkung entfalten können. Denn wie beschrieben, weichen diese Lösungen bzw. Praktiken, seien es

⁴⁴ Promotoren von Photovoltaik können bspw. ein Narrativ gestalten, dass PV in Großanlagen darstellt, wo wettbewerbsfähige Preise über Skalenerträge realisiert werden können und durch das große Energieversorger und institutionelle Investoren überzeugt werden, diese zentralisierte Form der Energieerzeugung zu unterstützen (FaC-Strategie). Andererseits kann ein Narrativ geformt werden, das PV als dezentrale Form der Energiegewinnung und Verwendung darstellt, in der tausende Gebäude beitragen und Haushalte, Gemeinschaften und Energieversorger mit neuen Geschäftsmodellen als „Prosumenten“ ein demokratisch kontrolliertes Energiesystem bilden (SaT-Strategie) (Smith & Raven, 2012).

technologische Innovationen, soziale Praktiken, neue Geschäftsmodelle, neue Organisationsformen oder deren Kombinationen, signifikant von jenen des dominanten Regimes ab, womit sie experimentellen Charakter aufweisen. **Realexperimente**⁴⁵, also die Umsetzung unter **realen Kontextbedingungen**, werden daher als bester Weg verstanden, um über den Erfolg und Misserfolg solcher radikalen Innovationen zu lernen (Loorbach, Franzeskaki, & Avelino, 2017). **Städte und Regionen** werden hier als **besonders geeigneter Rahmen für Reallabore oder regulatorische Innovationszonen** gesehen (Transition-Towns, Modellregionen etc.) (Grießhammer & Brohmann, 2015), weil geografisch begrenzte Anwendungen Experimente mit größeren Ambitionen ermöglichen, und gleichzeitig potenziellen Misserfolg auf überschaubare Räume reduziert.

Nur aus der Praxis können also Erfahrungen darüber gesammelt werden, welche Vor- und Nachteile ein bestimmter eingeschlagener Entwicklungspfad hat, ob es eine Anpassung oder grundsätzlich neue Entwicklungspfade braucht oder unter welchen lokalen Kontextbedingungen er aussichtsreich ist. Experimente bieten somit den Raum für Interaktionen zwischen Variationen und dem Selektionsumfeld.

Experimente dienen also dazu, um in vielfältigen Dimensionen über radikal neue Lösungen zu lernen, wobei eben der DUI-Modus – also „learning by doing, using, interacting“ – im Zentrum steht. Dabei kann es etwa um das technologische Design, Nutzerpräferenzen, Regulierung, notwendige Infrastrukturen oder auch die kulturelle Bedeutung von Artefakten gehen.

Damit Experimente umgesetzt werden können, müssen, wie weiter oben ausführlich beschrieben, oft **geschützte Räume** dafür geschaffen werden, in denen sie vor dem Selektionsdruck des Regimes abgeschirmt werden. **Regulatorische Innovationszonen**⁴⁶ (gesetzliche Ausnahmeregelungen), als ein Beispiel, ermöglichen es, die Funktionsweise von radikal neuen Lösungen in der Praxis zu erproben (Grießhammer & Brohmann, 2015). Die alternativen Regelungen sind also ein experimentelles Setting, in dem Wirkungen und Funktionsweisen von bspw. technologischen Lösungen unter realen Bedingungen erkundet werden können (Zusammenspiel von Regelungen, Technologien, Infrastrukturen, Verhaltensweisen etc.).

Optionen offenhalten

Nischenentwicklung beginnt also in **(visionsgeleiteten) Experimenten**, die in Unsicherheit umgesetzt werden. Veränderte Rahmenbedingungen und damit auch Problemwahrnehmungen können völlig andere Innovationen erforderlich machen

⁴⁵ Auch als „Sozialexperimente“ oder, etwas widersprüchlich, als „Reallabore“ bezeichnet.

⁴⁶ Eine regulatorische Innovationszone soll dazu dienen, neben technischen Systemen auch spezifische rechtliche und regulatorische Rahmenbedingungen räumlich und zeitlich begrenzt weiterzuentwickeln und zu testen. Ein Beispiel wären Experimentierklauseln bzw. Ausnahmeklauseln und-räume zur Erprobung und Anwendung von automatisierten und vernetzten Fahrzeugen im „Testfeld Autonomes Fahren Baden-Württemberg“ ([Link](#)).

als zuvor. Überraschungen sind vorprogrammiert. Daher ist es notwendig, zur selben Zeit verschiedenste **Ansätze zur Problemlösung koevolutiv und auch im gegenseitigen Wettbewerb** entstehen zu lassen, um **adapptionsfähig** zu sein.⁴⁷ Dazu ist es ebenso notwendig, vielversprechende Experimente nicht verfrüht die Unterstützung zu entziehen, bevor etwa eine adäquate Wissensbasis entstehen kann und entsprechend robuste Schlussfolgerungen gezogen werden können (Edler & Fagerberg, 2017). Ein breites Portfolio an potenziellen Lösungen reduziert somit das Risiko, auf das falsche Pferd gesetzt zu haben. Diese Offenheit verhindert zudem das Risiko eines frühzeitigen Lock-Ins in suboptimalen Lösungen bzw. Entwicklungstrajektorien (Kemp, Parto, & Gibson, 2005).

Die Tatsache, dass die zweitbeste Lösung von heute die beste Lösung für morgen darstellen kann, erfordert auch die Unterstützung von Projekten, die in einer Kosten-Nutzen-Perspektive nicht unmittelbar von allen als besonders attraktiv eingeschätzt werden. Ein Vorrat an **Alternativen und Optionen ermöglicht** also **Flexibilität**, wenn sich wirtschaftliche Rahmenbedingungen ändern, wenn sich Innovationen als besonders gefährlich für Gesundheit oder Umwelt herausstellen, und wenn inferiore Innovationen nur wegen eines Startvorteils (z.B. Skalen-/Netzwerkeffekte) die Märkte dominieren (Rip & Kemp, 1998). Diversität ist auch nötig, um Innovationen in ihren jeweiligen lokalen und sozio-kulturellen Kontexten einzubetten. Es geht also nicht um ein „picking the winners“, sondern darum, durch die Entwicklung verschiedenster Lösungen die Adaptivität zu steigern.

Nachdem nicht alle Projekte erfolgreich sein werden, erfordert das auch eine Akzeptanz des Scheiterns, das ebenso zum Lernen beiträgt. Ein Experiment, das seine operativen Ziele nicht erreicht hat, kann großen Wert für die Nischenentwicklung haben. Dafür ist es wichtig, die gewonnenen Erkenntnisse – eben auch über weniger erfolgreiche Ansätze – für andere verfügbar zu machen, die in ähnlichen Projekten oder Nischen tätig sind. Umgekehrt tragen erfolgreiche Experimente nicht zwangsläufig wesentlich zur Nischenentwicklung bei, wenn ihre Veränderungsambitionen zu wenig ausgeprägt waren (Kemp, Schot, Weber, Hoogma, & Lane, 1999). Damit ist es auch wichtig dafür zu sorgen, dass einzelne Rückschläge den langfristig zu verstehenden Prozess der Transformation nicht frühzeitig zum Erliegen bringen.

Portfolios an Lösungen, Initiativen und Nischen entwickeln

Viele Experimente werden isoliert dafür eingesetzt, bestimmte Technologien zu entwickeln und vernachlässigen so die koevolutiven Dynamiken eines Systems. Wie beschrieben geht es bei Transformationen um Systemveränderung, wobei die einzelnen Systemelemente der zu verändernden Systeme gut aufeinander eingespielt sind. Experimente bzw. auch Nischen können in ihrer **transformativen Wirkung** gestärkt werden, **wenn sie nicht isoliert umgesetzt** werden, sondern in

⁴⁷ Die mRNA-Technologie wurde entwickelt, ohne zu wissen, dass sie später zentral für die Covid-Bekämpfung sein wird.

koordinierten Portfolios, wobei sich komplementäre Experimente und Nischen gegenseitig verstärken, wenn sie gleichzeitig mehrere Systemelemente ansprechen. Neue Technologien (E-Autos) etwa können gepaart mit notwendiger Infrastruktur (Ladesäulen), unterstützender Regulierung (Gratisparken, exklusive Zufahrt, Steuervorteile), Werteveränderung bei Nutzerinnen (Kampagnen, öffentliche Beschaffung) und Marktbildung (subventionierte Anschaffung, öffentliche Beschaffung) eher systemverändernd wirken als Einzelmaßnahmen. Wesentlich dabei ist die **Kombination von Initiativen auf der Produktionsseite mit Initiativen auf der Nutzerseite**. Schließlich geht es um die Veränderung von Verhaltensweisen, und dazu ist die breite Diffusion neuer Lösungen essenziell.

Auch die **Kombination** verschiedener **komplementärer Technologien** kann verstärkend wirken. Die Transformation von Segel- zu Dampfschiffen erfolgte u.a. aufgrund der Kombination von Schraubenantrieb (statt Schaufelrad), Metallrumpf (statt Holz) und Verbunddampfmaschine. Technologien können auch über eine „Hybridisierung“ verstärkt wirken bzw. zum Durchbruch gelangen. Dampfmaschinen wurden bspw. zunächst als Hilfseinrichtung auf Segelschiffen verwendet; Gasturbinen wurden, bevor sie in Jets zum Einsatz kamen, als Hilfseinrichtung (Turbo) in Propellermaschinen verwendet (Geels, 2006).

Daneben sollten auch die **Schnittstellen zwischen verschiedenen Systemen** bzw. Regimen Beachtung finden, weil diese sich gegenseitig verstärken können. Diese Schnittstellen können als Hebel für die Förderung von Transformationen dienen. Mobilität als Dienstleistung etwa konnte nur entstehen, weil Entwicklungen im IT-Sektor mit Entwicklungen im Transportsektor integriert gedacht wurden. Gleichermaßen müssen etwa Demographie und Arbeitsformen beachtet werden, wenn man über eine Verkehrswende nachdenkt.

Die geforderte breite Berücksichtigung verschiedener Experimente und sozio-technischer Systeme mit deren Interaktionen macht auch deutlich, dass **verschiedenste Innovationsarten** notwendig sind, um Transformation zu ermöglichen. Systemveränderung bedeutet Veränderung darin, wie wir unser Leben gestalten. Dazu braucht es – hier am Beispiel der Lebensmittelherstellung verdeutlicht – neben technologischen Innovationen (z.B. künstliches Fleisch, Gülleverdauung) auch soziale Innovationen (z.B. Vegetarismus, Urban Farming), Geschäftsmodell-Innovationen (Bio-Lebensmittel, alternative Lebensmittel-Netzwerke wie Selbsterntegärten) und Infrastrukturinnovationen (z.B. Agroforstwirtschaft, multifunktionale Landnutzung).

Lernen fördern

Experimente sind Vehikel um Erkenntnisse über „**configurations that work**“ sowie eine **erstrebenswerte Zukunft** zu generieren. D.h. lernen steht im Zentrum der Bemühungen um eine Nischenbildung. Wie weiter oben beschrieben sollten Konstellationen geschaffen werden, in denen gemeinsames Lernen über sämtliche Systemelemente sowie die Auswirkungen einer Innovation ermöglicht wird:

- Technische Aspekte: Welche Änderung der Technologie ist notwendig (Designaspekte)?

- Politik: Welche Änderungen in Gesetzgebung und Fiskalpolitik können die Anwendung bzw. Verbreitung einer (sozialen, technologischen, institutionellen) Innovation unterstützen?
- Kultur und Werte: Welche symbolische Bedeutung kann der Innovation zugeschrieben werden (modern, umweltfreundlich, sicher etc.)?
- Märkte: Wer soll die Innovation nutzen bzw. anwenden und wie sehen die Bedürfnisse und Anforderungen der Nutzerinnen aus?
- Produktion: Wer kann bspw. neue Technologien produzieren?
- Infrastrukturen: Welche komplementären Technologien, Fertigkeiten und Infrastrukturen für Nutzung und Instandhaltung müssen entwickelt werden?
- Auswirkungen: Welche Wirkungen hat die Innovation auf Gesellschaft und Umwelt?

Sowohl lernen über einzelne, spezifische Experimente als auch die Übersetzung und Verarbeitung dieser Erkenntnisse in generische, flexiblere Formen sind dabei zentral für die Entwicklung von Nischen (Kemp, Schot, Weber, Hoogma, & Lane, 1999).

Neben der Sammlung von **Fakten und Daten (first-order learning)** ist vor allem **second-order learning** wichtig. Beide Formen sollten sich auf **sämtliche Systemelemente** beziehen. Zweites ist dafür verantwortlich, dass Akteure ihre Annahmen und Auffassungen verändern können und muss somit reflexiv sein. In der Politikgestaltung werden verschiedene optionale Lösungen oft auf Basis bestehender, etablierter Routinen und Präferenzen bewertet. **Second-order learning soll Akteure daher in die Lage versetzen, diese Präferenzen kritisch zu hinterfragen und mit alternativen Lösungen zu experimentieren** (Schot & Steinmüller, 2018).

Bei first-order learning geht es beispielsweise um die Optimierung von E-Autos oder bessere Ladeinfrastrukturen; Während bei second-order learning bspw. die Frage nach der Notwendigkeit von (sofort verfügbarer, völlig flexibler) Mobilität generell behandelt wird, sowie die Rolle von E-Mobilität in einem multimodalen Setting. Eigene Bedürfnisse und soziale Praktiken werden dabei reflektiert und neu bewertet, und damit auch Erwartungen darüber, was als erstrebenswerter künftiger Zustand verstanden wird.

Second-order learning ist ein notwendiger Bestandteil von Systemtransformationen, weil diese die Veränderung des Regel-Sets verlangen, die ein bestehendes, nicht nachhaltiges Regime ausmachen. Ohne second-order learning kann lediglich eine Systemoptimierung (fit-and-conform) erreicht werden, aber eben keine grundlegende Veränderung. Es ist auch für die Umsetzung von Direktionalität erforderlich, weil Akteure dadurch ein Verständnis für verschiedene mögliche Entwicklungsrichtungen entwickeln und ggf. auch von der Notwendigkeit einer alternativen Entwicklungsrichtung eines Systems überzeugt werden können – und diese sogar unterstützen. Second-order learning steht in engem Zusammenhang mit „learning by doing“, wodurch Akteure die Auffassungen und Wahrnehmungen bzgl. Problemdefinitionen, Problemlösungen und Weltanschauungen laufend reflektieren, hinterfragen und anpassen. Es trägt über geteilte und tiefere Einsichten zu einem

gesellschaftlichen Konsens bzgl. der Probleme bei und beeinflusst somit auch die Ausrichtung von Investitionen und Aktivitäten (Loorbach, Franzeskaki, & Avelino, 2017).

Damit ein solches Lernen ermöglicht wird, bedarf es entsprechendes Monitoring und Evaluierung (M&E). Anstatt auf Umsetzung und Outputs zu fokussieren, sollten M&E jedoch eine Reflexion von Dynamiken und Prozessen ermöglichen und so Einblicke darüber generieren, wie gezielte Interventionen mit den breiteren gesellschaftlichen Transformationsdynamiken interagieren und vice versa (Loorbach, Franzeskaki, & Avelino, 2017).

Inklusivität und Diversität sicherstellen

Der (alltägliche) **diskursive Prozess der Definition von Problemen** und damit auch der als adäquat betrachteten Lösungen ist stark von partikularen Interessen etablierter Regimeakteure geprägt. Sie geben somit die Entwicklungsrichtung unserer Systeme sowie Vorstellungen einer erstrebenswerten Zukunft vor. Die Interessen und die Vorstellungskraft sind aufgrund von Pfadabhängigkeiten jedoch stark am Status quo – und damit oft an nicht nachhaltigen Konfigurationen – ausgerichtet. Um aus dominanten Paradigmen und Routinen ausbrechen zu können, Innovationsbemühungen von der einschränkenden Kraft etablierter Interessen zu befreien und somit radikal neue Lösungen und Praktiken zu ermöglichen, die sich tatsächlich an den Problemen der breiten Gesellschaft orientieren, ist es notwendig, eine **Vielfalt an Meinungen, Auffassungen, Bedürfnissen und Ideen** einzufangen und in der Politikgestaltung zu berücksichtigen. Insbesondere müssen auch ansonsten marginalisierte Perspektiven und Meinungen zugelassen und beachtet werden. Inklusivität und damit auch Diversität tragen so zur neuen Direktionalität der Innovationen bei.

Transformation beinhaltet demnach einen **(konflikthaltigen) Prozess**, in dem aus diversen Meinungen **kollektive Prioritäten abgeleitet** werden und in dem nicht voreilig auf Pro- und Kontra-Argumente bestimmter Optionen geschwenkt wird. Vielmehr sollte ein „Korridor akzeptabler Entwicklungspfade“ erarbeitet werden. Governance von **Transformationsprozessen ist demnach ein politischer Prozess**, der Raum für die Diskussion, Beurteilung und Ausverhandlung verschiedenster Entwicklungsoptionen bieten muss (Schot & Steinmüller, 2018).

Zudem sind **Transformationsprozesse hin zu nachhaltigeren Systemkonfigurationen** immer auch mit **normativen Fragen** konfrontiert: **Nachhaltigkeit ist ein normatives Konzept, das gesellschaftlich ausverhandelt wird**. Dabei muss auch beachtet werden, dass die **Betroffenheit** etwa von Klimaveränderungen **je nach Kontext variiert**. Gewisse geografische Gebiete, wirtschaftlich benachteiligte Gruppen oder ethnische Minoritäten sind öfter und intensiver betroffen. Das erfordert eine eingehende Auseinandersetzung mit der Frage, wessen Visionen die Entwicklungen anleiten, wer die Kosten dafür trägt und wer als vulnerabel betrachtet wird. Auch das erfordert partizipative und gemeinsam gestaltete Entscheidungsprozesse, die inklusiv und transparent gestaltet sind, bestehende Machtstrukturen berücksichtigen und so vielfältige, sozial gerechte

Lösungsansätze und Entwicklungspfade hervorbringen (just transition) (Hölscher & Franzeskaki, 2020). Aus diesem Blickwinkel ist es **besonders wichtig, Nischenakteuren** (Outsider, Newcomer, Pioniere, Start-ups, NGOs, soziale Bewegungen, Aktivistinnen etc.) **eine Stimme zu geben.**

Inklusivität und Diversität in den Prozessen tragen neben der **Direktionalität** auch zu einem **ertragreichen Lernprozess** bei. Sie **fördern second-order learning** und ermöglichen es lokale, kontextgebundene Bedarfe zu integrieren. Das ist vor allem dann der Fall, wenn Lernen als Ko-Produktionsprozess aufgesetzt wird, in dem interdisziplinäres Forschungswissen, Expertenwissen und Erfahrungswissen aus lokalen Gemeinschaften zusammengeführt werden. Neben Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung sollte dabei vor allem auch die Zivilgesellschaft eingebunden werden (Schot, Kivimaa, & Torrens, 2019). Die Berücksichtigung der Bedarfe und Anforderungen letzterer in Experimenten und Visionsbildung als potenzielle Nutzerinnen ist von essenzieller Bedeutung. Ohne diese ist ein ausgedehnter Diffusionsprozess der Innovationen und damit die breite Veränderung von Routinen und Verhaltensweisen unwahrscheinlich. Hierbei geht es nicht nur darum, **Bewusstsein für Verhaltensänderung** zu schaffen und Nutzerinnen „anzuhören“, sondern auch **aktiv Nachfrage zu schaffen**, indem neue Märkte geschaffen werden (Schot & Steinmüller, 2018). Die organisierte **Zivilgesellschaft** wird zudem als **zentraler Treiber radikaler Innovationen** gesehen, gerade als Initiator sozialer Innovationen aber auch als „**early adopter**“ noch nicht wettbewerbsfähiger, nachhaltiger Technologien (OECD, 2015 a).

Transformative Innovationspolitik ist damit ein **polyzentrischer Multi-Akteurs-Ansatz**, der aus dem traditionellen „supply-push“ Paradigma, das der Wissenschaft die zentrale Rolle im Innovationsprozess und in der Beantwortung der gesellschaftlichen Herausforderungen zuschreibt, herauswächst, und Nutzerinnen, oder breiter gefasst der Zivilgesellschaft, eine ebenso bedeutende Rolle im Design und der Entwicklung innovativer Wege zur Adressierung ebendieser Herausforderungen zugesteht. Die Idee von „open innovation“ und all ihren Varianten greift diese Entwicklung auf. Staatlichen Akteuren auf allen Ebenen kommt dabei eine koordinierende, gestaltende Rolle zu – durch die Schaffung von Ermöglichungsräumen, durch finanzielle Unterstützung von Innovationen und Netzwerken bis zu neuen Gesetzen und dem Aufbau neuer Infrastrukturen (Grieffhammer & Brohmann, 2015).

Diese polyzentrische **Multi-Akteurs-Konstellation** bringt **hohe Anforderungen an ein Netzwerkmanagement** mit sich. Zum einen müssen Projektnetzwerke eine gute Balance zwischen Nischen- und Regimeakteuren aufrechterhalten. Zum anderen müssen Erkenntnisse aus verschiedenen Experimenten und Nischen zusammengeführt, in neue Kontexte übersetzt und aggregiert werden. Intermediären Akteuren kommt dabei eine zentrale Rolle zu. Sie wirken auf die Entwicklung geteilter Narrative hin (globale Nische) und konsolidieren die Nische (Gosh, Kivimaa, Ramirez, Schot, & Torrens, 2021). Gleichzeitig fungieren sie als Mediatoren zwischen Regime und Nische, womit sie also nicht nur Nischen konsolidieren, sondern auch zur Destabilisierung von Regimen beitragen können, indem sie diese von Nischenlösungen überzeugen und sie zur strategischen

Reorientierung bewegen. Bestehende Organisationen wie Förderagenturen müssten dazu über ihr derzeitiges Handlungsspektrum hinauswachsen und sich zu Brokern entwickeln, um damit zur **Koordination oder „Orchestrierung“** verschiedenster Maßnahmen beitragen zu können. Dies wird auch mit der Rolle sog. „Change Agents“ gleichgesetzt.

Politikkoordination und -integration stärken

Transformative Innovationspolitik hat das Ziel, persistente Probleme unserer Gesellschaft zu lösen. Diese Probleme liegen tief verwurzelt in den Systemen unserer Gesellschaft (Energie, Mobilität, Ernährung etc.), wobei sie sich in sämtlichen Elementen der Systeme (Politik, Produktion, Kultur etc.) festgesetzt haben. Zusätzlich verankern sich diese Probleme über Interdependenzen zwischen den Systemen. In anderen Worten: Die Probleme sind sehr breit aufgestellt. Der moderne Staat hingegen hat sich zunehmend in Richtung einer sektoralen Spezialisierung hin entwickelt, was zur Vernachlässigung holistischer Sichtweisen und zur Aufbietung von isolierten Teillösungen geführt hat. Dies resultiert, herausfordernd formuliert, in „end-of-pipe“ Lösungen, die etwa aus einem Verschmutzungsproblem an einem Ort ein Abfallproblem an einem anderen Ort machen (Kemp, Parto, & Gibson, 2005). **Systemische Probleme** benötigen stattdessen ganzheitliche Antworten, was **horizontale und vertikale Koordination von Politiken und Instrumenten** bedingt.

FTI-Politik spielt eine zentrale Rolle in der Förderung von Transformationen hin zu nachhaltigen Systemen. Letztlich haben Innovationen auch signifikant zu den negativen Externalitäten beigetragen. FTI-Politik hat bisher ein isoliertes Dasein gefristet, weil ihre Rolle in der Wissensproduktion bzw., was den Innovationsteil betrifft, in der Förderung von Wachstum und Wettbewerbsfähigkeit gesehen wurde. Mit der steigenden Relevanz gesellschaftlicher Herausforderungen für die öffentliche Politik kann diese isolierte Sichtweise jedoch nicht mehr gerechtfertigt werden (Schwaag Serger, et al., 2023). **FTI-Politik allein kann keine Systemveränderungen bewirken**, denn die **Effektivität der FTI-Politik hängt von den Verbindungen mit anderen Politikbereichen** ab. Es benötigt abgestimmte Ansätze mit Sektorpolitiken (z.B. Transport, Energie, Gesundheit, Umwelt, Industrie, Arbeitsmarkt) sowie Querschnittspolitiken (z.B. Regional-, Steuer-, Wirtschaftspolitik), die sich nicht in abgestimmten Zielen erschöpfen, sondern die Koordination konkreter Initiativen und Maßnahmen miteinschließen (Weber & Rohrer, 2012). Innovation und **transformative Innovationspolitik selbst wird somit zu einem Querschnittsthema**, indem eine gesellschaftliche Agenda verfolgt wird, anstatt einer rein wirtschaftlichen.

Das Ziel ist also ein **Aufbrechen von Politik-Silos** und die Umsetzung von über **Politikfelder hinweg abgestimmter, kohärenter Impulse** (Politikpakete). Das ist auch deshalb notwendig, um die Lücke zwischen Innovationen und deren Anwendung und Verbreitung auf den Märkten zu verkleinern. FTI-Politik ist stark auf das Hervorbringen neuer Ideen fokussiert. Transformationen geschehen aber nur, wenn radikale Lösungen sich auch in Märkten und in der Gesellschaft verbreiten. Abgestimmte Politikpakete können hier sowohl Konsumenten (z.B. Zuschüsse für

Anschaffung, Steuervergünstigung, Medienkampagnen), Unternehmen (Investitionsrisiken reduzieren, Regulierung, Standards) als auch die breite Gesellschaft ansprechen (Partizipation, positive Visionen und Diskurse) (Geels, 2020). Die Einrichtung des Klima- und Energiefonds, der sowohl Forschung als auch Investitionen im Transportsektor, in Unternehmen, in Haushalten sowie bewusstseinsbildende Maßnahmen in der breiten Gesellschaft fördert, kann hier als Beispiel genannt werden. Ein weiteres wäre die Gestaltung des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK), das, wie der Name schon sagt, wichtige Kompetenzbereiche für eine integrierte Klimapolitik mit FTI-Agenden verbindet (Schwaag Serger, et al., 2023).

Koordinationsbedarf zeigt sich nicht nur horizontal, zwischen den Sektoren, sondern ebenso **vertikal, zwischen den Ebenen**. Um Systemveränderung anzustoßen, benötigt es die Kapazitäten und Kompetenzen aller Politikebenen, wobei alle Ebenen entsprechende Instrumente zur Hand haben. Die transformative Wirkung von Maßnahmen hängt, wie gezeigt, vor allem davon ab, inwiefern Aktivitäten und Entwicklungen auf Nischenebene mit jenen in den Regimen und den Entwicklungen der Rahmenbedingungen abgestimmt stattfinden (Nutzung von Kippunkten in den Systemen). Hierzu ist die Koordination von Aktivitäten von der lokalen, über die regionale und nationale bis zur supranationalen Ebene von zentraler Bedeutung. **Funktionierende Multi-level Governance Netzwerke** können hier die **Koordination zwischen top-down Politiken und bottom-up Initiativen** sicherstellen.

Die **lokale und regionale Ebene** ist z.B. besonders geeignet, **Nischenentwicklungen** zu gestalten, während **übergeordnete Ebenen die Hochskalierung** unterstützen können und die **strategische Koordination** sicherstellen. Die Entwicklung von Zukunftsvisionen als Richtungsweiser für gewünschte Entwicklungen kann z.B. lokal oder regional initiiert und organisiert werden (z.B. auch die Suche und Unterstützung von Visionären, Pionieren des Wandels). Auch die soziale Akzeptanz und Diffusion von Nischenentwicklungen in der Gesellschaft (z.B. automatisierter Verkehr in Städten) kann lokal adressiert werden (also Nachfrage schaffen), z.B. durch regionale Kampagnen, der Gemeinden als Lead-User oder über öffentliche Beschaffung. Die übergeordneten Ebenen können bspw. abgestimmte finanzielle Förderungen zur Verfügung stellen, die Sichtbarkeit von Best-Practice-Beispielen unterstützen oder Regulative ändern (z.B. damit Realexperimente mit automatisierten Vehikeln durchgeführt werden können). Daneben spielen die **höheren Politikebenen eine zentrale Rolle in der Legitimation transformativer Ansätze** – vor allem angesichts der zu erwartenden umfassenden Veränderungen. Aber auch regional stehen Regelungen als Instrument zur Verfügung, bspw. in der Ausweisung von Flächen für Windkraft. Oder indem Städte konventionelle Fahrzeuge aus den Zentren verbannen. Wesentlich ist jedenfalls das dauerhafte, koordinierte Zusammenwirken der Politikebenen.

7.2.2 Nicht nachhaltige Strukturen beenden

Radikale Innovationen aus der Nische sind die Samen der Transformation. Aus ihnen erwächst der Druck zur Veränderung auf nicht nachhaltige Regime-Strukturen. **In**

den letzten Jahren reife allerdings die Erkenntnis, dass diese Innovationen allein kaum die Kraft entwickeln können, sozio-technische Systeme grundlegend zu verändern. Zu stark ist das Verharrungsmoment etablierter Regime aufgrund von Pfadabhängigkeiten. Dazu schreibt etwa (Paech, 2006):

„Das Innovationsmotto „Wie kommt das Neue in die Welt?“ bedarf der Ergänzung um die Exnovationsorientierung „Wie kommt das Alte, ehemals Innovative, inzwischen aber zum Problem gediehene, wieder schadlos aus der Welt?“

Transformation benötigt daher auch einen Prozess der Destabilisierung etablierter Regime durch eine Schwächung der Reproduktion der Regime-Elemente (Technologien, Infrastrukturen, Praktiken Politiken etc.). Eine solche Destabilisierung kann zu Gelegenheitsfenstern führen, in denen ausreichend gereifte Nischen-Innovationen tatsächlich den Durchbruch in den Mainstream schaffen können. Insofern benötigt es einen Politik-Mix aus Instrumenten zur Schaffung von radikal Neuem und Instrumenten zur aktiven Destabilisierung des Alten (Kivimaa & Kern, 2016). **Neben Innovation wird also Exnovation gestellt.** Als Beispiele politisch intendierter Exnovation können Asbest, DDT, FCKW, Glühlampen oder verbleites Benzin genannt werden. Norwegen und die Niederlande beschlossen, ab 2025 bzw. 2030 keine Benzin- oder Dieselaautos mehr zuzulassen. In Seoul wurden im Jahr 2003 sechs Kilometer einer Stadtautobahn abgerissen. Der entstandene Raum wurde zur Errichtung von Erholungsräumen, Fuß- und Radwegen genutzt. 2017 wurde eine weitere Straße in einen Park verwandelt.

Politisch forcierte Exnovationen bringen eine besondere Herausforderung mit sich: Der **Umgang mit Widerständen** aus dem Regime, insbesondere mit den erwarteten Verlierern des Transformationsprozesses. Widerstand ist neben den direkten Betroffenen aber auch von Zulieferern, ideologischen Unterstützerinnen oder staatlichen Behörden zu erwarten. Fachpolitiker oder Beamte teilen oft Problemwahrnehmungen, Werte oder Zielrichtungen der Betroffenen. (Bardach, 1976) spricht hier von einer „anti termination coalition“. Es geht bei Exnovation also nicht nur um die Überwindung des Widerstandes, sondern auch um die Abfederung negativer sozial- und strukturpolitischer Folgen (just transition) (Heyen, 2016).

In Hinblick auf die Gestaltung von Exnovation lassen sich folgende Empfehlungen formulieren:

Koalitionen schmieden und Gelegenheitsfenster nutzen

Exnovation muss vorbereitet werden. Im Kontext von Transformationen hin zu nachhaltigen Systemen werden Exnovationen zumeist auf Basis bewusster (politischer) Entscheidungen initiiert. Aufgrund ihres destabilisierenden Charakters unterliegen diese einem hohen **Legitimierungsdruck**. Daher ist es ratsam, **Exnovationsentscheidungen** von Beginn an **auf eine breite Basis zu stellen**, damit diese eine ebenso breite Unterstützung erfährt. Wie generell im politischen Bemühen um öffentliche Unterstützung, kommt es auch bei Exnovationsvorhaben darauf an, Koalitionen bzw. Kooperationen unter mehreren Akteuren zu bilden, die nach Möglichkeit unterschiedliche Ressourcen mitbringen und unterschiedliche Zielgruppen ansprechen. Neben den Nischenakteuren, die für die radikalen

Innovationen sorgen, kommen dabei auch Akteure in Frage, die ein wirtschaftliches oder auch kulturelles Interesse an der Diffusion neuer Lösungen haben, wie bspw. Umweltverbände oder Aktivistinnen. Die politische Arena der „Exnovations-Fürsprecher“ kann dadurch erweitert werden, dass diverse Problemdimensionen berücksichtigt werden. Der Ausstieg aus der Steinkohlesubvention in Deutschland wurde bspw. neben der Umweltpolitik vor allem von der Finanzpolitik vorangetrieben – aus haushaltspolitischen Gründen. Mit einer solchen **breiten Akteurs-Koalition** kann die politische Debatte in der Öffentlichkeit eher zur Legitimation der Exnovation beitragen.

In der öffentlichen Debatte um die Exnovation sollten neben den Kosten und Schäden bestehender Technologien und Praktiken auch die **Vorteile und Chancen der nachhaltigen Alternativen** dargestellt werden. Aber nicht nur die eigene Argumentationslinie muss gestaltet werden. Um den Diskurs zielgerichtet beeinflussen zu können ist es auch notwendig, auf die möglichen Gegenargumente der Regimeakteurinnen vorbereitet zu sein. Oft wird etwa mit unrealistischen Kosten und Arbeitsplatzverlusten argumentiert, dem mit entsprechenden Studien begegnet werden kann (Heyen, 2016).

Der Neo-Institutionalismus versteht Destabilisierung als einen Prozess der De-Institutionalisierung. Dabei kommt externer Druck eben u.a. aus dem sozio-politischen Umfeld. Die Unterstützung der Exnovationsentscheidung ist ein erstes Zeichen für die Veränderung informeller Institutionen (öffentliches Werteverständnis und Erwartungshaltungen), womit Druck auf das Regime ausgeübt wird. Eine von einer breiten Koalition getragene öffentliche Debatte, die Exnovationsentscheidungen unterstützt, reduziert so die Legitimität des Regimes und damit dessen Reputation, womit dieses destabilisiert wird. Das zeigt sich anfangs darin, dass Regimeakteure beginnen, Bedenken zu äußern und die Angemessenheit eigener Praktiken, Technologien, Geschäftsmodelle oder Überzeugungen bezweifeln. Die Bindung zum Regime lockert sich, wenn institutionelle Logiken und damit das bisherige „Normal“ selbstverständlicher Routinen und Praktiken in Frage gestellt werden (Turnheim & Geels, 2013).

Schwierige politische Entscheidungen wie Exnovationen können einfacher durchgesetzt werden, wenn bestimmte Ereignisse den Handlungsbedarf verdeutlichen. Krisen und Katastrophen können Wertesysteme destabilisieren und die öffentliche Meinung spontan kippen lassen. Die Reaktorkatastrophe von Fukushima bspw. hat den Atomausstieg in Deutschland deutlich beschleunigt. Auch starke Protestbewegungen wie Fridays for Future oder Regierungswechsel können Gelegenheiten bieten, Exnovationen einfacher zu legitimieren. Weitere Ereignisse, die solche Gelegenheiten schaffen, wären etwa viel beachtete Veröffentlichungen wie z.B. das Buch „Silent Spring“, das mittelfristig zum Verbot von DDT beigetragen hat, oder die Studie „Limits to Growth“ des Club of Rome. Man kann also davon ausgehen, dass Gelegenheitsfenster auch geschaffen werden können (Studien, Konferenzen

etc.). Es gilt also, solche Gelegenheiten für Exnovationsentscheidungen zu erkennen, darauf vorbereitet zu sein (Alternativlösungen) und diese zu nutzen.⁴⁸

Dialog und Verhandlungen mit Betroffenen führen

Ein **rechtzeitigen und geschickt geführter Dialog** mit den Betroffenen einer Exnovation kann den Widerstand gegen die Exnovationsbestrebungen deutlich reduzieren und das Regime damit ebenso destabilisieren. Solche Verhandlungen bringen es mit sich, dass, aus Sicht der Exnovationswilligen, zwar nur Teilerfolge erzielt werden, diese aber größere Chancen auf Umsetzung haben. Auch kostspielige politische oder rechtliche Auseinandersetzungen können so vermieden werden. Auf Seiten der Regimeakteure resultiert Verhandlungsbereitschaft meist aus dem Ansinnen, regulative und damit wirtschaftliche Unsicherheit aus einseitigem Verwaltungshandeln zu vermeiden. Während „verordnete“ Schließungen von Steinkohlebergwerken in Großbritannien zu Ausschreitungen und sozialen Verwerfungen führten, konnte in Deutschland bspw. mit der Einigung auf eine längere Auslauffrist (phase-out policy) ein Kompromiss zwischen Bund und Bergbauvertretern getroffen werden. Neben Kompromissen als Verhandlungsergebnis ist auch ein Tauschhandel denkbar, etwa mittels Zugeständnissen bei verschiedenen Aspekten unterschiedlicher Problembereiche (issue linkage) oder mittels Ausgleichszahlungen (side payments). Bei den Verhandlungen zum Atomausstieg in Deutschland z.B. akzeptierten die EVUs die Befristung der Laufzeiten, bekamen dafür jedoch steuerrechtliche Zugeständnisse (Heyen, 2016). Kompensationen sollten fair bemessen sein, sollten jedoch auch die Profite der Regime über die Jahre hinweg – oft auf Kosten öffentlicher Güter – berücksichtigen (Loorbach D., 2014).

Übergangsfristen bei Exnovationsentscheidungen sind vor allem dann anzuraten, wenn starke sozio-ökonomische Friktionen drohen. Aufgrund der Gefahr, dass während solcher langen Übergangsfristen getroffene Entscheidungen ggf. wieder revidiert werden könnten, sollten diese in einem breiten, pluralistisch besetzten Verhandlungskreis getroffen werden, der v.a. auch die Oppositionsparteien mit einbezieht.⁴⁹ Solche Verhandlungen werden meist in extra eingerichteten Kommissionen geführt (Heyen, 2016).

⁴⁸ Im Gegensatz zu Deutschland, wo vor Fukushima bereits ein etabliertes wirtschaftliches Interesse an Erneuerbaren Energien bestand und traditionell große Ressentiments gegenüber Kernenergie bestanden, trug das Ereignis in den Niederlanden zu keinem Wandel bei. Ausschreibungen der Regierung zur Errichtung eines zweiten Atomkraftwerks wurden fortgesetzt. Das starke fossile Regime in den Niederlanden war in der Lage, das Ereignis im eigenen Interesse zu „framen“ (Loorbach D., 2014).

⁴⁹ Der Atomausstieg Deutschlands wurde bspw. mehrmals verschoben. Großbritannien hat das Verbrennerverbot von 2030 auf 2035 verschoben und eine Reihe politischer Lockerungen in Bezug auf Treibhausgasemissionen bekannt gegeben.

Klassische Politikinstrumente einsetzen

Regime basieren, wie dargestellt, auf Regel-Sets, die sich auf das Zusammenspiel zwischen Technologien und Akteuren beziehen. Sowohl Technologien als auch Regeln (Institutionen) sind dabei von Pfadabhängigkeiten betroffen. Sie stabilisieren das Regime, aber sie können auch zur Destabilisierung beitragen, wenn sie sich verändern. Klassische Politikinstrumente können auf diese beiden Dimensionen ausgerichtet werden, um sie zu verändern (Turnheim & Geels, 2013).

Die Reduktion der Unterstützung (De-Investment) für dominante Regime-Technologien kann als ein erster Ansatzpunkt verstanden werden. Fossile Technologien bspw. werden nach wie vor stark subventioniert, was es für alternative Lösungen umso schwieriger macht, sich auf den Märkten durchzusetzen. De-Investment beinhaltet neben der Einstellung direkter Subventionen bzw. Förderungen (z.B. F&E-Förderungen, Pendlerpauschale) etwa auch die Rücknahme von Steuerbegünstigungen bei Regime-Technologien (z.B. Mineralölsteuerbefreiung von Kerosin bzw. Begünstigung von Diesel, Herstellerprivileg). Im Durchschnitt der Jahre 2016 bis 2020 belief sich das Volumen klimakontraproduktiver Förderungen in Österreich auf 4,1 bis 5,7 Mrd. Euro, wobei der größte Anteil auf den Verkehr entfiel (Kletzan-Slamanig, et al., 2022). Bezogen auf 51 OECD-Länder hat sich die Förderung fossiler Energieträger 2021 mit 697,2 Mrd. US-Dollar im Vorjahresvergleich fast verdoppelt (OECD, 2022).

Regeländerungen können v.a. über **ordnungspolitische Instrumente** initiiert werden. Das primäre Ziel dabei ist die Internalisierung von Umweltkosten, um den Wettbewerb zwischen Nischen und Regime-Lösungen fairer zu gestalten. Beispiele dafür wären das „Emissions Trading System“ (EU-ETS), Road-Pricing oder andere Arten der CO₂-Bepreisung (Kivimaa & Kern, 2016). Auch direkte Verbote wie z.B. das Verkaufsverbot von DDT, bleihaltigem Benzin, Asbest, Glühbirnen, FCKWs; Fahrverbote für fossil betriebene PKW werden über ordnungspolitische Instrumente umgesetzt. Diese können auch auf regionaler oder lokaler Ebene gesetzt werden. Paris etwa beschloss ein komplettes Dieselfahrverbot ab 2024, Benziner folgen 2030. Auch Amsterdam will ab 2030 Verbrenner aussperren.

Solche Verbote werden oft in Verbindung mit **phase-out Fristen** umgesetzt. Auch indirekte Instrumente wie Effizienzvorschriften, Grenzwerte oder Steuern sind möglich, die die Produktion oder Nutzung nicht nachhaltiger Lösungen de facto nicht machbar oder ökonomisch sehr unattraktiv machen. Ordnungspolitische Maßnahmen müssen jedoch immer gut begründet sein, um Rechtsstreitigkeiten zu vermeiden (Heyen, 2016).

Die sozio-ökonomische Folgen von Exnovationen berücksichtigen

Exnovationen können schwerwiegende **Implikationen für Unternehmen, Arbeitnehmerinnen und ganze Regionen** mit sich bringen, weshalb die **sozio-ökonomischen Folgen aus dem Strukturwandel** adressiert werden müssen – was auch eine politische Aufgabe darstellt. Dabei sollten sowohl soziale und wirtschaftliche Härten abgefedert als auch neue Perspektiven gefördert werden (Heyen, 2016). Der Übergang zu neuen Geschäftsmodellen und Arbeitsplätzen kann

zunächst durch einen transparenten Zeitplan und eine zeitliche Streckung (phase-out) erleichtert werden. Eine weitere Strategie zur Widerstandsüberwindung sind Kompensationsregelungen, wobei Kompensationen an Unternehmen möglichst an Investitionen in neue Geschäftsmodelle geknüpft werden sollten (Wolff, et al., 2018). Solche Kompensationen sind nicht immer gerechtfertigt, doch aber bei sehr kurzfristigen Ausstiegen. Bei mittelfristigen Exnovationsprozessen sollte hingegen auf die Anpassungsleistung von Unternehmen gesetzt werden, um Kettenreaktionen und falsche Anreizwirkungen zu verhindern. Wesentlich dabei sind langfristige und verlässliche politische Signale. Weiterbildungsangebote für betroffene Arbeitnehmer sollten möglichst präventiv eingesetzt werden, um den vom Strukturwandel bedingten Wertverlust von Fähigkeiten und Fertigkeiten entgegenzuwirken (Heyen, 2016). Auch Sozialpläne können soziale Härten abfedern.

Gegebenenfalls sind ganze Regionen besonders stark von Exnovation betroffen, sofern sie etwa stark von bestimmten Branchen geprägt sind. Ein Strukturwandel kann in solchen Fällen erhebliche Auswirkungen auf die kommunalen Einnahmen und damit deren Fähigkeit, Verkehrs-, Bildungs- oder Freizeitinfrastrukturen zu finanzieren, beeinträchtigen. Hierbei können strukturpolitische Instrumente – wie etwa der Just Transition Fund – im Sinne einer transformativen Innovationspolitik zur Unterstützung der Regionen eingesetzt werden.

7.2.3 Implikationen für Instrumente der FTI-Politik

Transformative FTI-Politik wird die traditionellen Ansätze nicht völlig ersetzen – zumindest nicht mittelfristig. Stattdessen werden transformative Ansätze die bisherigen Maßnahmen ergänzen. Erfahrungen bestätigen diese Einschätzung (Hassink, Fröhlich, & Gong, 2021).

Um traditioneller **FTI-Politik einen stärker transformativen Charakter** zu geben ist es nicht zwangsläufig notwendig, neue Instrumente zu „erfinden“. Wie bereits deutlich geworden sein sollte, geht es hier vielmehr um eine **Veränderung der Ausrichtung der Instrumente** (Direktionalität, angebot- und nachfrageorientiert, sektorübergreifend), der **Prozessgestaltung im gesamten Politikzyklus** (partizipativ, inklusiv, langfristig) und der **zugrundeliegenden Haltung der Politikakteure** (experimentell, reflexiv, konfliktfreudig). Wichtiger noch ist die **Koordination und Synchronisation** der Maßnahmen und Instrumente, die sowohl kreative als auch destruktive Elemente enthalten sollten, wobei zweiteres die üblichen Grenzen der FTI-Politik deutlich ausdehnt.

Förderung von Innovationsprojekten

Entsprechend den dargestellten Charakteristika von Transformationen sollten **Innovationsprojekte in Programmen als Portfolio** bzw. Projektsequenzen verstanden werden, die auf Lernen und Exploration ausgerichtet sind. Im besten Fall können spätere Projekte auf den Erfahrungen früherer Projekte aufbauen, um Nischen und damit alternative Entwicklungstrajektorien entstehen zu lassen. Dazu müssen aus Einzelerfahrungen „generische“ Regeln abgeleitet werden, was wiederum bewusste Aggregationsaktivitäten wie Kodifizierung und Modellbildung

erfordert. **Förderagenturen als Intermediäre können hierbei eine neue, aktivere Rolle spielen**, indem sie ein Systemperspektive einnehmen und Einzelinitiativen „orchestrieren“.

Innovationsprojekte können **transformativer** wirken, wenn sie

- **Nutzer stärker einbeziehen:** Diese werden oft nur als Konsumenten mit festen Präferenzen gesehen, an die technologischen Entwicklungen angepasst werden. Stattdessen sollten auch mögliche Verhaltensänderungen der Nutzerinnen in den Projekten thematisiert werden.
- **Soziales Lernen berücksichtigen:** Innovationsprojekte fokussieren stark auf technologische Aspekte und bieten kaum Platz für koevolutive Prozesse zwischen Technologie und Gesellschaft. Es sollten Praktiken und Ansichten hinterfragt werden.
- **„Outsider“ involvieren:** Projekte werden oft von Regimeakteuren dominiert. Eine bewusste Gestaltung von Projektnetzwerken kann Nischenakteuren eine stärkere Gewichtung verschaffen, um Pfadabhängigkeiten durchbrechen zu können (OECD, 2015 a).

Angebotsseitige F&E-Förderung für Unternehmen

Etablierte Regimeakteurinnen dominieren die Praktiken, Regeln und Technologien in vielen der für die „grand challenges“ relevanten Systemen, was eine Barriere für neue eintretende Unternehmen und radikale Innovationen darstellt. Politikakteure sollten sich bewusst sein, dass gerade indirekte F&E-Förderungen bspw. über Steuererleichterungen aufgrund ihres generischen Charakters großteils Regimeakteuren zugutekommen. Erfahrungen zeigen eindrücklich, dass steuerliche Begünstigung von F&E eher mit inkrementellen als mit radikalen Innovationen in Verbindung stehen. Die OECD (OECD, 2015 b) schlägt diesbezüglich vor, die Steuererleichterungen nach Unternehmensgröße zu differenzieren. Ebenso werden direkte F&E-Förderungen als effektiver für transformative Vorhaben eingeschätzt als indirekte Förderungen. Gerade für junge Unternehmen ohne nennenswerte Innovationsbudgets sind direkte F&E-Förderungen essenziell.

Nachfrageseitige F&E-Förderung für Unternehmen

Systemveränderungen bedingen, wie gezeigt, auch die breite Diffusion radikaler Lösungen, womit die Nachfrageseite ins Zentrum rückt. Hierbei kommt der **öffentlichen Beschaffung** eine zentrale Rolle zu. „Sustainable Public Procurement“ bezeichnet in diesem Kontext die aus öffentlicher Beschaffung generierte Nachfrage nach bestehenden nachhaltigen Lösungen, für die bereits ein Markt besteht. Diese sind wichtig für Transformationen, weil sie zur Diffusion beitragen.

Andererseits – und im FTI-Politikkontext relevanter – kann öffentliche Beschaffung aber auch Lösungen nachfragen, die es noch nicht gibt, womit F&E in Unternehmen generiert wird (**vorkommerzielle Beschaffung bzw. „pre-commercial procurement“**). Dabei werden entweder gewünschte Funktionalitäten beschrieben, wobei die Bedarfe der öffentlichen Hand und damit der Öffentlichkeit artikuliert werden, und die die Grundlage für die F&E-Aktivitäten bilden. Oder, wenn

Funktionalitäten zu komplex sind, um diese zu formulieren, können Probleme (im Kontext der „grand challenges“) den Anfangspunkt bilden. Dabei werden seitens der öffentlichen Hand Problemlösungen von mehreren in Wettbewerb stehenden Unternehmen eingefordert, was i) mehrere alternative Lösungen hervorbringen kann und ii) das Lernen über Vor- und Nachteile dieser verschiedenen Lösungen fördert. Dieser Prozess wird in Phasen umgesetzt, in denen die Anzahl konkurrierender Unternehmen stetig abnimmt, wobei nach jeder Phase die Lösungen evaluiert werden. Damit kann schrittweise die beste Lösung ausgewählt werden und der Entwicklungsprozess laufend an den Bedarfen des Auftraggebers angepasst werden. Dieser Ansatz ist für Transformationen besonders wertvoll, weil er experimentell angelegt ist, Direktionalität sicherstellt, interaktives Lernen zwischen Auftraggeberin und Auftragnehmer beinhaltet, zur Formulierung von Nachfrage beiträgt und durch die Marktstimulierung zur Nischenbildung beisteuert (Edler, 2023). Öffentliche Beschaffung in diesem Kontext stellt staatliche Akteure in jedem Fall vor die Herausforderung der Rechtfertigung von Ausgaben, die nicht dem Ziel der höchsten Kosteneffizienz folgen.

Ein weiterer förderlicher Ansatz wird in Anreizpreisen („innovation inducement prices“) gesehen. Damit können ebenso diverse Lösungsansätze um ein spezifiziertes gesellschaftliches Problem herum generiert werden.

Unterstützung kooperativer F&E-Projekte

Hinsichtlich **kooperativer F&E-Förderung** bringt eine **Transformationsperspektive** folgende Implikationen mit sich:

- **Akteure:** Die Akteurskonstellationen kooperativer F&E-Vorhaben sollten neben Wissenschaft und Wirtschaft auch öffentliche Stellen und vor allem Vertreterinnen der Zivilgesellschaft umfassen (user-driven bzw. citizen innovation).
- **F&E-Art:** Mehr Balance zwischen High-Tech- und Low-Tech-Innovationsaktivitäten kann Systemveränderungen unterstützen. Ein breites Verständnis von F&E kann helfen, die auch notwendigen nicht-technologischen Innovationen hervorzubringen.
- **Projektdauer:** Langzeitprojekte sind besser geeignet, strategische Ziele zu verfolgen, gerade wenn eine Vielzahl diverser Akteure involviert ist. Sie sind hilfreich, um den Projekten den notwendigen Charakter von Reallaboren zu geben.

Die Rolle von Demonstrationsprojekten

Demonstrationsprojekte sind wichtig, um **Bewusstsein zu schaffen und um die Funktion von bestimmten Lösungen** zu demonstrieren. Sie werden eingesetzt, um die Lücke zwischen F&E und der breiten Anwendung von Technologien zu überbrücken. Traditionelle Demo-Projekte legen den Fokus auf technologische Aspekte und vernachlässigen soziale oder politische Fragen. Um transformativ zu wirken, sollten Demo-Projekte daher nicht nur technologisches Lernen unterstützen, sondern so konzipiert werden, dass sie Erkenntnisse in allen Systemelementen

generieren können (Infrastrukturen, Kultur und symbolische Bedeutung, Politik und Regulierung etc.; s. oben).

Neben der Berücksichtigung vielfältiger Lernaspekte über alle Systemelemente hinweg ist es ratsam, Lernprozesse in Demo-Projekten so zu gestalten, dass neben „**Faktensammlung**“ auch **second-order learning** stattfindet. Das ist besonders für radikale, transformationsfördernde Innovationen relevant, weil diese eine hohe Anpassungsleistung erfordern – in beide Richtungen, für die Nutzer als auch die Technologien. Dazu sollen wiederum möglichst diverse Akteure eingebunden werden, allen voran auch Nutzerinnen mit ihren täglichen Routinen und sozialen Kontexten. Letztlich sind sie es, die ihre Praktiken ändern müssen, um Innovationen in die Breite zu bringen (Koevolution zwischen Technologie und Gesellschaft). Verhaltensänderung kann also auch über die aktive Einbeziehung der Nutzer gefördert werden, nicht nur über Preissignale. Second-order learning kann auch dadurch forciert werden, dass Demonstratoren stärker auf Konzepte, Visionen oder Leitprinzipien ausgerichtet werden anstatt auf Technologien (OECD, 2015 a).

Cluster-Instrumente und ihre Ausrichtung

Konventionelle Clusterinitiativen sind stark auf die Angebotsseite fokussiert und entsprechend damit beschäftigt, einzelne Technologien oder Innovationen in bestimmten Sektoren hervorzubringen, um die Wettbewerbsfähigkeit der Region zu stärken. Stattdessen können **Cluster auf die Funktionen von Systemen** ausgerichtet werden (Wohnen, Mobilität, Ernährung, Gesundheit etc.), womit sie die konkreten lokalen bzw. regionalen Bedarfe und damit die **Nachfrageseite stärker berücksichtigen** würden. Die Anwendung der neuen Lösungen wird damit integriert. Clusterorganisationen können daher auch Träger von Realexperimenten oder -labors in Form von sogenannten Living Labs sein.

Der Fokus auf Bedarfe erfordert gleichzeitig auch die Einbindung einer **breiteren Akteurslandschaft**, die über Forschungsorganisationen und Unternehmen hinausgeht. Die Einbindung von sozialen Bewegungen bringt Zugang zu einer diversen Gruppe von Stakeholdern wie etwa Konsumenten, Nutzerinnen und Vertreter der Zivilgesellschaft. Diese sind unbedingt erforderlich, um Nutzerpraktiken berücksichtigen und diese beeinflussen zu können und damit kulturelle Veränderung auch über Clusterinitiativen anzustoßen. Das Setup sollte also möglichst viele Systemelemente umfassen und beeinflussen können. Die Suche nach neuen Mitgliedern sollte demnach über Industrie-Cluster hinausgehen und stattdessen die Gestaltung breiterer sozio-technischer Netzwerke zum Ziel haben. Dazu können sich Cluster zu offeneren Plattformen entwickeln bzw. können thematische Plattformen neu oder ergänzend eingerichtet werden.

Cluster können Lock-Ins durchbrechen, können Pfadabhängigkeiten aber auch verstärken. Oft hängen Clusterinitiativen von der Mitwirkung etablierter Regimeakteure ab (z.B. große, erfolgreiche Unternehmen), was für pfadbrechende Entwicklungen hinderlich sein kann. Sie können aber auch so konzipiert sein, dass sie als Ermöglicher und Koordinator von Nischenaktivitäten in einer Region fungieren. Damit spielen Cluster eine zentrale **Rolle als Mediator zwischen**

Nischenaktivitäten und Regimeakteuren – mit Potenzial, Transformation voranzutreiben oder sie zu verhindern. Ausschlaggebend dafür, in welche Richtung sie wirken, ist neben technologischen Überlegungen vor allem das Governance-Arrangement der Cluster. Bei der Gestaltung von Unterstützungsleistungen der Cluster sollten die spezifischen Bedürfnisse von Nischenakteuren daher berücksichtigt werden, damit diese nicht von den Interessen der Regimeakteurinnen dominiert werden. Politikakteure und Managerinnen sollten sich der Nischen-Regime-Dynamiken also bewusst sein.

Intermediäre Organisationen und ihre Funktionen

Systemveränderung bedeutet auch Veränderung von Beziehungen zwischen Akteuren, zwischen Infrastrukturen und zwischen Technologien und den Kontexten in denen sie angewendet werden, was umfangreiche **Mediationsaktivitäten** erfordert. Intermediäre können Transformationen beeinflussen, indem sie Akteure (neue und etablierte) und deren Aktivitäten, Fähigkeiten und Ressourcen zusammenbringen, um neu Kooperationen in Nischen zu fördern, neue Ideen und Märkte zu entwickeln und etablierte Regime zu destabilisieren. Mediation erfolgt dabei in verschiedensten Kontexten:

- **Intermediation zwischen Akteuren innerhalb lokaler Experimente:** Hierbei geht es im Sinne eines Erwartungsmanagements um die Mediation zwischen verschiedenen Interessen zum Zweck einer gemeinsamen Visionsbildung.
- **Intermediation zwischen lokalen Experimenten und der „globalen“ Nische:** Die Aufgabe dabei ist es, Erkenntnisse aus individuellen Projekten zu aggregieren, sodass Einzelinitiativen zur Entstehung von Nischen beitragen. Umgekehrt geht es aber auch um die Übersetzung von „globalen“ Visionen und Standards, um neue Projekte zu initiieren.
- **Intermediation zwischen Konsumenten und Produzenten:** Neue Technologien müssen oft an Kontexte, in denen sie zur Anwendung kommen, angepasst werden. Gleichzeitig müssen Nutzerinnen in der Anwendung oft ihre Routinen und Praktiken verändern. Intermediäre können dazu beitragen, neue Technologien „einzupassen“.
- **Intermediation zwischen Nischen und Regime:** Intermediäre verbinden Nischenakteurinnen und Regimeakteurinnen, fördern Verhandlungsprozesse, indem sie die Bildung von Allianzen unterstützen und Regimeakteure für die Nischenaktivitäten gewinnen. Hier agieren sie als Broker zwischen Interessen und Wissensbeständen um gemeinsame Zukunftsvisionen auf den Weg zu bringen.

Aus diesen Kontexten lassen sich in Kombination mit weiteren Faktoren vier Typen von Transformations-Intermediären beschreiben:

- **Systemische Intermediäre:** Sie agieren – möglichst unabhängig – auf allen Ebenen (Nischen, Regime und Rahmenbedingungen), verfolgen eine explizite Transformationsagenda (normative Orientierung) und nehmen eine führende Rolle auf Systemebene ein. Meist werden sie als neutral bzw. unabhängig angesehen, weil sie unvoreingenommen gegenüber einzelnen sozio-technischen Alternativen sind. Sie sorgen dafür, dass verschiedene Interessen über Nischen und über Regime hinweg artikuliert, verhandelt und abgestimmt werden, sie

fördern eine Standardisierung von Lösungen und versuchen, strategische Machtspiele zu verhindern. Sie destabilisieren Regime, indem sie bspw. deren öffentliche Legitimation einschränken, auf Regeländerungen hinwirken oder bestehende Netzwerke durch neue ersetzen, und sie eröffnen Räume für verschiedenste Nischenexperimente.

- **Transformations-Intermediäre** im Regime: Wie systemische Intermediäre verfolgen auch sie eine explizite Transformationsagenda auf Systemebene, allerdings im Rahmen des Mandats, das ihnen vom Regime zugedacht wird. Entsprechend sind Veränderungsansprüche eher inkrementeller Natur. Sie übernehmen auch oft die Rolle der „Übersetzer“, wenn etwa radikale Regeländerungen in die Praxis umgesetzt werden müssen (z.B. Architekten als „Übersetzer“ bzw. „Sinnggeber“ neuer Baurichtlinien für Kunden).
- **Nischen-Intermediäre:** Diese sind „Nischen-Insider“ und vermitteln zwischen lokalen Projekten oder auch zwischen der Nische und dem Regime. Sie fördern die Entstehung bzw. Entwicklung einer bestimmten Nische und lenken lokale Entwicklungen. Sie sorgen für die Entstehung neuer, geteilter Regel-Sets innerhalb einer Nische, indem bspw. Modelle zwischen Projekten ausgetauscht werden, Mentoring-Programme etabliert werden und generell Erfahrungen zirkulieren – auf sämtlichen geografischen Ebenen. Sie sorgen auch für die Replikation von Projekten und versuchen, Regimeakteure zu beeinflussen. Das Hochskalieren von Nischen, sodass sie in den Mainstream kommen, ist nicht immer ein Ziel dieser Intermediäre.
- **Prozess-Intermediäre:** Diese verfolgen keine spezifische persönliche oder institutionelle Agenda (Nischen-Outsider als auch Regime-Outsider) und werden als neutrale Netzwerker wahrgenommen, die das Tagesgeschäft der Projekte erledigen. Sie agieren innerhalb individueller Projekte und knüpfen horizontale und vertikale Verbindungen zwischen verschiedenen Akteursgruppen. Ohne „persönliche“ (normative) Motivation sorgen sie somit dafür, dass Visionen in konkrete Aktivitäten münden.
- **Nutzer-Intermediäre:** Sie verbinden neue Lösungen mit den Praktiken der Nutzerinnen im täglichen Leben. Damit sorgen sie dafür, dass sich neue Lösungen und Praktiken gegenseitig anpassen und sich Lösungen so (rascher) verbreiten können. Das kann sich auf bestimmte oder auch mehrere Nischen beziehen – womit sie sowohl Nischen-Insider als auch Outsider sein können. Gleichzeitig agieren sie zwischen Nischen und Regime, indem sie Nutzergruppen repräsentieren und dafür sorgen, dass (künftige) Bedarfe (Nachfrage) formuliert und an das Regime kommuniziert werden.

Wesentlich für Transformationen ist, dass sämtliche Funktionen erfüllt werden und sich dementsprechend ein „**Intermediär-Ökosystem**“ bildet, in dem alle Typen vertreten sind. Dabei nehmen jedoch System-Intermediäre, die für „Orchestrierung“ der Initiativen auf höherer Ebene und über Ebenen hinweg sorgen und Nischen-Intermediäre, die aus isolierten Projekten Nischen formen, eine Schlüsselrolle ein. Bisher werden diese Funktionen oft unbewusst und ohne explizites Mandat durch bestehende Akteure erfüllt.

Aus **Governance-Sicht** bedeutet das, dass Augenmerk darauf gerichtet werden muss, ob, und falls nicht, dass diese Funktionen erfüllt werden, dementsprechend auch **Kapazitäten aufgebaut werden und ggf. neue Strukturen** etabliert werden müssen (Kivimaa, Boon, Hyysalo, & Klerkx, 2019).

In einigen Ländern (z.B. Vinnova in Schweden oder die Science and Technology Agency in Japan) wurden vormals mit eher administrativen Aufgaben befasste Innovations-Agenturen zu System-Intermediären hin weiterentwickelt, die Transformationsaufgaben ressortübergreifend und fachlich informiert vorantreiben. Dazu wurde deren Mandat zur strategischen Entwicklung und operativen Umsetzung bestimmter Maßnahmen erweitert und entsprechende Kompetenzen ausgebaut (Lindner, et al., 2021).

8 Abschließende Bemerkungen zur Geografie von Transformationen und der Notwendigkeit einer funktionierenden Multi-level Governance

Die Rolle der **regionalen Politikebene in Transformationsprozessen** ist aktuell Gegenstand wissenschaftlicher Diskussionen. Anfänglich war die Meinung verbreitet, dass, nachdem die großen gesellschaftlichen Herausforderungen alle betreffen, diesen auch nur gemeinsam begegnet werden könne. Die globale, universelle Natur dieser Herausforderungen lassen es naheliegend erscheinen, dass die supranationale Ebene am besten dafür geeignet ist, entsprechende Handlungen zu setzen. Mittlerweile hat sich das Bild jedoch geändert, und der **regionalen Ebene wird – wie bereits eingangs dargestellt – eine zentrale Rolle in der Begegnung dieser Herausforderungen** zugeschrieben.

Auch wenn die großen Herausforderungen grundsätzlich alle Regionen betreffen, so unterscheiden sie sich je nach **Kontext in den Regionen** zum Teil deutlich in ihrer Form und Intensität. Damit ist auch die Suche nach konkreten, passenden Lösungen kontextgebunden, womit sich ein Vorteil der lokalen bzw. regionalen Ebene ergibt. Die lokale Einbettung und der Aufbau von Vertrauen über „face-to-face“-Interaktionen erleichtert hier einen problembasierten Dialog zwischen diversen Akteuren über deren Bedarfe und es ist einfacher möglich, ein gemeinsames Verständnis bezüglich eines konkreten Problems herbeizuführen und gemeinsame Visionen zu formulieren. Die konkrete Formulierung von Bedarfen wäre auf nationaler oder supranationaler Ebene ungleich schwieriger und wäre auch schwieriger zu legitimieren.

Dementsprechend sollten die auf supranationaler Ebene breit formulierten gesellschaftlichen Herausforderungen auf regionaler Ebene aufgegriffen werden und je nach regionalen historischen, geografischen, wirtschaftlichen oder sozio-ökologischen Kontextbedingungen in konkrete Probleme übersetzt werden. Dies trägt auch zur Legitimation der Politiken bei. Die zentrale Frage für regionale

Politiken ist es also, wie sich die globalen Herausforderungen im regionalen Kontext manifestieren (Wanzenböck & Frenken, 2020).

Die **lokale und regionale Ebene** bietet hier auch Vorteile, weil sie komplexe Systeme in überschaubarer geografischer Ausdehnung abbilden und auf kommunaler Ebene auch über entsprechende Planungsinstrumente verfügen. Sie können hier Pionierfunktionen übernehmen (über konkrete Visionen auf Basis der regionalen Kontexte, Partnerschaften, Abbildung von Systemen im „Kleinen“) und gleichzeitig neue Lösungen in Nischen schaffen. Sie kann damit auf Erfahrungen und Ansätze einer integrierten regionalen Entwicklung aufsetzen. Wichtig sind geeignete Mediationsstrukturen, insbesondere Prozess-Intermediäre, die unterstützend wirken. Auch ermöglicht die geografische Nähe in Regionen das Entstehen lokaler Märkte, die als „lead markets“ frühe Erprobung neuer Lösungen unterstützen und die zentral für das Hochskalieren sein können.

Übergeordnete Politikebenen (national oder supranational) können (besser: müssen) Transformation unterstützen, indem sie interregionales Lernen unterstützen (z.B. über Intermediäre, Plattformen etc.) sowie komplementäre Maßnahmen, etwa in den Bereichen Regulierung, Steuerpolitik Grundlagenforschung, setzen. Eine zentrale Aufgabe der höheren Ebenen wird daher in der Bereitstellung von Koordinationsstrukturen gesehen, die für den Austausch zwischen und das gemeinsame Lernen von Regionen sorgen. Erfahrungen zeigen nämlich, dass regionale Akteure vor allem mit dem Hochskalieren lokaler Innovationen sowie mit Wettbewerb und Koordination innerhalb und zwischen den Regionen Probleme haben (Hassink, Fröhlich, & Gong, 2021). Somit braucht es die Unterstützung der übergeordneten Ebenen, um die Diffusion lokaler Innovationen sicherzustellen als auch die Interessen verschiedener Regionen und Sektoren zu koordinieren.

Alles in allem braucht es ein kontinuierliches Zusammenspiel der Politikebenen (Multi-Scalar Governance), damit Transformation gelingt.

9 Literaturverzeichnis

- Abramovits, M. (1956). Resource and Output Trends in the United States Since 1870. *American Economic Review*, 46, 5-23.
- Arrow, K. (1962). Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention. In C. o. Universities-National Bureau Committee for Economic Research, *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors* (S. 609-626). Princeton University Press.
- Atkinson, A., & Stiglitz, J. (1969). A New View of Technological Change. (O. U. Press, Hrsg.) *The Economic Journal*, 79(315), 573-578.
- Ayres, R., & Ezekoye, I. (1991). Competition and complementarity in diffusion: The case of octane. *Technological Forecasting and Social Change*, 39(1-2), 145-148.
- Bardach, E. (1976). Policy Termination as a Political Process. *Policy Sciences*, 7, 123-131.
- Bardi, U. (2013). Mind Sized World Models. *Sustainability*, 896-911.
- Berg Jensen, M., Johnson, B. H., Lorenz, E., & Lundvall, B.-A. (2007). Forms of Knowledge and Modes of Innovation. *Research Policy*, 36(5), 680-693.
- Bessau, D., & Lenk, T. (1999). *Innovationsökonomik: Ansätze der Innovationstheorie und der Innovationsforschung*. Arbeitspapier, Universität Leipzig, Institut für Finanzen, Finanzwissenschaft, Leipzig.
- Beyer, J. (2006). *Pfadabhängigkeit - Über institutionelle Kontinuität, anfällige Stabilität und fundamentalen Wandel*. Campus.
- Borras, S., & Edler, J. (2020). The roles of the state in the governance of socio-technical systems' transformation. *Research Policy*, 49.
- Borras, S., & Schwaag Serger, S. (2022). The design of transformative research and innovation policy instruments for grand challenges: The policy-nesting perspective. *Science and Public Policy*, 49(5), 659-672.
- Cappellano, F., Molica, F., & Makkonen, T. (2023). *Missions and Cohesion Policy: Living separate or dancing together*. JRC Working Papers, European Commission, Seville.
- Chelbna, C., Martin, H., & Mattes, J. (2021). *Grasping transformative regional development from a co-evolutionary perspective – a research agenda*. GEIST - Geography of Innovation and Sustainability Transitions.
- Christensen, T., & Laegreid, P. (2006). The Whole-of-Government Approach to Public Sector Reform. *Public Administration Review*, 67(6), 1059-1066.
- Coenen, L., Hansen, T., & Rekers, J. (2015). Innovation Policy for Grand Challenges. An Economic Geography Perspective. *Geography Compass*, 9(9), 483-496.
- Cohen, W., & Levinthal, D. (1989). Innovation and Learning: The Two Faces of R & D. (O. U. Press, Hrsg.) *The Economic Journal*, 99(397), 569-596.

- Cross, N. (1982). Designerly ways of knowing. *Design Studies*, 3(4), 221-227.
- David, P. (1985). Clio and the Economics of QWERTY. (A. E. Association, Hrsg.) *The American Economic Review*, 75(2), 332-337.
- Diercks, G., Larsen, H., & Steward, F. (2019). Transformative innovation policy: Addressing variety in an emerging policy paradigm. *Research Policy*, 48, 880-894.
- Dixson-Declève, S., Dunlop, K., Charveriat, C., Balland, P.-A., Isaksson, D., Martins, F., ... Huang, A. (2023). *Research and Innovation to Thrive in the Poly-Crisis Age: What do we need from the next Framework Programme and the Missions?* European Commission. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, 11(3), 147-162.
- Dutrenit, G., & Sutz, J. (Hrsg.). (2014). *National Innovation Systems, Social Inclusion and Development. The Latin American Experience*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Ltd.
- Edler, J. (2023). Demand, public procurement and transformation. *Fraunhofer ISI Discussion Papers - Innovation Systems and Policy Analysis*, 79.
- Edler, J., & Fagerberg, J. (2017). Innovation policy: What, why, and how. *Oxford Review of Economic Policy*, 33(1), 2-23.
- Eldredge, N., & Gould, S. (1972). Punctuated equilibria: an alternative to phyletic gradualism. In T. Schopf, *Models in Paleobiology* (S. 82-115). San Francisco.
- European Commission. (1995). *Green paper on innovation*. Luxembourg: Office for the Official Publications of the European Communities.
- Farrell, R., & Hooker, C. (2013). Design, science and wicked problems. *Design Studies*, 34, 681-705.
- Freeman, C. (1987). *Technology Policy and Economic Performance: Lesson from Japan*. London: Pinter Publishers.
- Gassler, H., Polt, W., & Rammer, C. (2006). Schwerpunktsetzungen in der Forschungs- und Technologiepolitik – eine Analyse der Paradigmenwechsel seit 1945. *Österreichische Zeitschrift für Politikwissenschaft*, 35(1), 7-23.
- Geels, F. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, 31, 1257-1274.
- Geels, F. (2006). Multi-Level Perspective on System Innovation: Relevance for Industrial Transformation. In X. Olshoorn, & A. Wiczorek, *Understanding Industrial Transformation* (S. 163-186). Springer.
- Geels, F. (2020). *Transformative innovation and socio-technical transitions to address grand challenges*. R&I Paper Series, Europäische Kommission.

- Geels, F., & Johnson, V. (2018). Towards a modular and temporal understanding of system diffusion: Adoption models and socio-technical theories applied to Austrian biomass district-heating (1979–2013). *Energy Research & Social Science*, 38, 138-153.
- Geels, F., & Raven, R. (2006). Non-linearity and Expectations in Niche-Development Trajectories: Ups and Downs in Dutch Biogas Development (1973–2003). *Technology Analysis & Strategic Management*, 18(3-4), 375-392.
- Geels, F., & Schot, J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. *research Policy*, 36, 399-417.
- Geels, F., Kern, F., Fuchs, G., Hinderer, N., Kungl, G., Mylan, J., . . . Wassermann, S. (2016). The enactment of socio-technical transition pathways: A reformulated typology and a comparative multi-level analysis of the German and UK low-carbon electricity transitions (1990–2014). *Research Policy*, 45, 896-913.
- Gosh, B., Kivimaa, P., Ramirez, M., Schot, J., & Torrens, J. (2021). Transformative outcomes: assessing and reorienting experimentation with transformative innovation policy. *Science and Public Policy*, 48(5), 739-756.
- Grießhammer, R., & Brohmann, B. (2015). *Wie Transformationen und gesellschaftliche Innovationen gelingen können*. Öko-Institut e.V., Freiburg.
- Hansen, T., & Coenen, L. (2014). The geography of sustainability transitions: Review, synthesis and reflections on an emergent research field. *Environmental Innovation and Societal Transitions*.
- Hansmeier, H., Koschatzky, K., Zenker, A., & Stahlecker, T. (2022). *Regional Perspectives on Socio-technical Transitions. Combining Research Insights from Geography of Innovation and Transition Studies*. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.
- Hassink, R., Fröhlich, K., & Gong, H. (2021). Exploring the scope of regions in challenge-oriented innovation policy: the case of Schleswig-Holstein, Germany. *European Planning Studies*, 30(11), 2293-2311.
- Heyen, D. (2016). *Exnovation: Herausforderungen und politische Gestaltungsansätze für den Ausstieg aus nicht-nachhaltigen Strukturen*. Freiburg: Öko-Institut.
- Hölscher, K., & Frantzeskaki, N. (2021). Perspectives on urban transformation research: transformations in, of, and by cities. *Urban Transformations*.
- Hölscher, K., & Franzeskaki, N. (2020). A Transformative Perspective on Climate Change and Climate Governance. In K. Hölscher, & N. Franzeskaki, *Transformative Climate Governance* (S. 3-48).
- Howells, J. (2005). Innovation and regional economic development: A matter of perspective? *Research Policy*, 34(8), 1220-1234.
- Hughes, T. (1987). The evolution of large technological systems. In T. Hughes, W. Bijker, & T. Pinch, *The Social Construction of Technological Systems - New Directions in the Sociology and History of Technology* (S. 51-82). Cambridge, London: MIT Press.

- Jacob, K., Bär, H., & Graaf, L. (2015). *Nachhaltiges Deutschland 2030 bis 2050 – Wie wollen wir in Zukunft leben?*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- Kalinowski, T. (2005). Der Internationale Währungsfonds in Südkorea : Strukturanpassung und Reformen seit der Asienkrise. *Mitteilungen des Instituts für Asienkunde*, 384.
- Katz, M., & Shapiro, C. (1986). Technology Adoption in the Presence of Network Externalities. (T. U. Press, Hrsg.) *Journal of Political Economy*, 94(4), 822-841 .
- Kemp, R., Parto, S., & Gibson, R. (2005). Governance for Sustainable Development: Moving from theory to practice. *International Journal of Sustainable Development*, 8(1/2), 12-30.
- Kemp, R., Schot, J., Weber, M., Hoogma, R., & Lane, B. (1999). *Experimenting with Sustainable Transport Innovations. A workbook for Strategic Niche Management*. Seville/Enschede.
- Kivimaa, P., & Kanger, L. (2017). *The emergence and consolidation of*.
- Kivimaa, P., & Kern, F. (2016). Creative destruction or mere niche support? Innovation policy mixes for sustainability transitions. *Research Policy*, 45, 205-217.
- Kivimaa, P., & Rogge, K. (2022). Interplay of policy experimentation and institutional change in sustainability transitions: The case of mobility as a service in Finland. *Research Policy*, 55(1).
- Kivimaa, P., Boon, W., Hyysalo, S., & Klerkx, L. (2019). Towards a typology of intermediaries in sustainability transitions: A systematic review and a research agenda. *Research Policy*, 48, 1062-1075.
- Kletzan-Slamanig, D., Köppl, A., Sinabell, F., Kirchmayr, S., Müller, S., Rimböck, A., . . . Schanda, R. (2022). *Analyse klimakontra produktiver Subventionen in Österreich*. Wien: Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung.
- Kline, S., & Rosenberg, N. (1986). An overview of Innovation. In R. Landau, & N. Rosenberg, *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth* (S. 275-305). Washington: The National Academies Press.
- Köhler, J., Geels, F., Kern, F., Markard, J., Wieczorek, A., Alkemade, F., . . . Wells, P. (2019). An agenda for sustainability transitions research: State of the art and future directions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 31, 1-32.
- Krenmayr, N., & Wawerda, E. (2020). *Cars for Future? Zukunftsvorstellungen über (Auto)Mobilität von Seiten technikwissenschaftlicher Akteur*innen*. Social Ecology Working Paper 185, University of Natural Resources & Life Sciences, Institute of Social Ecology Vienna, Vienna.
- Laranja, M., Perianez-Forte, I., & Reimeris, R. (2022). *Discovery process for transformative innovation policy. Lessons learned form the entrepreneurial discovery process practice*. European Commission. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Lauber, V., & Jacobsson, S. (2015). The politics and economics of constructing, contesting and restricting socio-political space for renewables - the German Renewable Energy Act. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1-17.

- Lindner, R., Edler, J., Hufnagl, M., Kimpeler, S., Kroll, H., Roth, F., . . . Yorulmaz, M. (2021). *Missionsorientierte Innovationspolitik*. Perspektiven - Policy Brief, Fraunhofer-Institut für System und Innovationsforschung, Karlsruhe.
- Loorbach, D. (2014). *To Transition - Governance Panarchy in the New Transformation. Inaugural Address*. Rotterdam.
- Loorbach, D. (o.J.). *Governance and Transitions - A multilevel policy framework based on complex systems thinking*. Paper for the Berlin Conference on Human Dimensions of Global Environmental Change.
- Loorbach, D., Franzeskaki, N., & Avelino, F. (2017). Sustainability Transitions Research: Transforming Science and Practice for Societal Change. *Annual Review of Environment and Resources*, 42, 599-626.
- Luescher, T. M., Wilson Fadji, A., & Cele, M. (Hrsg.). (2020). *Innovation Policy at the Intersection: Global Debates and Local Experiences*. Cape Town: HSRC Press.
- Lundvall, B.-a. (2010). Post Script: Innovation System Research – Where It Came From and Where It Might Go. In B.-a. Lundvall, *National Systems of Innovation - Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning* (S. 317-350). London: Anthem.
- Madlener, R. (2007). Innovation diffusion, public policy, and local initiative: The case of wood-fuelled district heating systems in Austria. *Energy Policy*, 35(3), 1992-2008.
- Mazzucato, M. (2013). *The entrepreneurial state. Debunking public vs. private sector myths*. Anthem Press.
- Meadows, D., Meadows, D., Randers, J., & Behrens, W. (1972). *The Limits to Growth - A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. (U. Pub, Hrsg.) New York.
- Meissner, D., Polt, W., & Vonortas, N. (2017). Towards a broad understanding of innovation and its importance for innovation policy. *The Journal of Technology Transfer*, 42(5), 1184-1211.
- Mokyr, J. (1990). *The Lever of Riches: Technological Creativity and Economic Progress*. New York: Oxford University Press.
- Nelson, R. (1959). The Simple Economics of Basic Scientific Research. (T. U. Press, Hrsg.) *Journal of Political Economy*, 67(3), 297-306.
- Nelson, R. (1977). *The Moon and the Ghetto: An Essay on Public Policy Analysis*. New York.
- Nelson, R., & Sarewitz, D. (2008). Progress in Know-How: Its Origins and Limits. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, 3 (1), 101-117.
- Newman, J., & Head, B. (2017). Wicked tendencies in policy problems: rethinking the distinction between social and technical problems. *Policy and Society*, 36(3), 414-429.
- North, D. (1990). *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge University Press.
- OECD. (2015 a). *System Innovation: Synthesis Report*.

- OECD. (2015 b). *Observer*. Paris: OECD Publications.
- OECD. (2020). *Managing Environmental and Energy Transitions for Regions and Cities*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2021 a). *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2021: Times of Crisis and Opportunity*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2021 b). *The design and implementation of mission-oriented innovation policies. A new systemic policy approach to adress societal challenges*. OECD science, technology and industry policy papers.
- OECD. (2022). *Fossil fuel support by energy product*. Abgerufen am 7. 11 2023 von <https://www.oecd.org/berlin/presse/die-foerderung-fossiler-energetraeger-hat-sich-2021-laut-neusten-zahlen-von-oecd-und-iea-fast-verdoppelt-und-bremst-so-die-fortschritte-bei-den-internationalen-klimazielen.htm>
- Paech, N. (2006). Wirtschaften ohne Wachstumszwang. *Ökologisches Wirtschaften*, 21(3).
- Polanyi, K. (1973). *The Great Transformation - Politische und ökonomische Ursprünge von Gesellschaften und Wirtschaftssystemen*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Pontikakis, D., Gonzales Vazquez, I., Bianchi, G., Ranga, L., Marquez Santos, A., Reimeris, R., . . . Stierna, K. (2022). *Partnerships for Regional Innovation Playbook*. European Commission. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Prager, A., & Trenkler, A. (31. 10 2023). Fossiler Aufbau auf Kredit. *Der Standard*, S. 10.
- Pyka, A. (2019). Evolutorische Innovationsökonomik. In B. Blättel Mink, I. Schulz Schaeffer, & A. Windeler (Hrsg.), *Handbuch Innovationsforschung*. Wiesbaden: Springer VS.
- Rakos, C. (1996). *15 Jahre Biomasse-Nahwärmenetze in Österreich: Bisherige Entwicklung - neue Herausforderungen*. Österreichische Akademie der Wissenschaften, Institut für Technikfolgen-Abschätzung. Wien: Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr.
- Raven, R., Van den Bosch, S., & Weterings, R. (2010). Transitions and strategic niche management: Towards a competence kit for practitioners. *International Journal of Technology Management*, 51(1), 57-74.
- Rip, A., & Kemp, R. (1998). Technological change. In S. Rayner, & E. Malone, *Human choice and climate change* (S. 327-399). Columbus: Battelle Press.
- Rittel, H., & Webber, M. (1973). Dilemmas in a general Theory of Planning. *Policy Sciences*, 155-169.
- Rothwell, R. (1972). *Factors for success in industrial innovations: Projct SAPPHO. A comparative study of success and failure in industrial innovation*. Brighton: University of Sussex.
- Rothwell, R. (1977). The characteristics of successful innovators and technically progressive firms. *R&D Management*, 7(3), 191-206.
- Saxenian, A. (1996). *Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*. (H. U. Press, Hrsg.)

- Schaupp, M., & Eßig, M. (2017). *Vorkommerzielle Auftragsvergabe vs. Innovationspartnerschaft: Abgrenzung zweier Instrumente der innovativen öffentlichen Beschaffung*. Neubiberg.
- Schmookler, J. (1966). *Invention and Economic Growth*. Cambridge: Harvard University Press.
- Schot, J., & Geels, F. (2008). Strategic niche management and sustainable innovation journeys: Theory, findings, research agenda, and policy. *Technology Analysis and Strategic Management*, 20(5), 537-554.
- Schot, J., & Steinmüller, W. (2018). Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. *Research Policy*, 47, 1554-1567.
- Schot, J., Kanger, L., & Verbong, G. (2016). The roles of users in shaping transitions to new energy systems. *Nature Energy*, 1.
- Schot, J., Kivimaa, P., & Torrens, J. (2019). *Transforming Experimentation: Experimental Policy Engagements and their Transformative Outcomes*. TIPC Research Report.
- Schumpeter, J. (1939). *Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process*.
- Schumpeter, J. (1993). *Kapitalismus, Sozialismus und Demokratie*. Tübingen und Basel: Francke Verlag.
- Schwaag Serger, S., Dachs, B., Kivimaa, P., Lazarevic, D., Lukkarinen, J., Stenberg, L., & Weber, M. (2023). *Transformative innovation policy in practice in Austria, Finland and Sweden: What do the Recovery and Resilience Plans tell us about linking transformation and innovation policy?* OECD.
- Scott, W. (1995). Institutions and Organizations. *Management*, 17(2), 136-140.
- Seiwald, M. (2014). The (UP)Scaling of Renewable Energy Technologies: Experiences from The Austrian Biomass District Heating Niche. *Moravian Geographical Reports*, 22, 44-54.
- Seneca, L. A. (kein Datum). *Moral Letters to Lucilius*. 91.6.
- Sheller, M. (2004). Automotive Emotions: Feeling the Car. *Theory, Culture and Society*, 21(4-5), 221-242.
- Smith, A., & Raven, R. (2012). What is protective space? Reconsidering niches in transitions to sustainability. *Research Policy*, 41(6), 1025-1036.
- Smith, A., Stirling, A., & Berkhout, F. (2005). The governance of sustainable socio-technical transitions. *Research Policy*, 34, 1491-1510.
- Soete, L. (2013). *From emerging to submerging economies: New policy challenges for research and innovation*. Washington.
- Solow, R. (1957). Technical Change and the Aggregate Production Function. (T. MIT-Press, Hrsg.) *The Review of Economics and Statistics*, 39(3), 312-320.
- Stephan, M. (2013). *Theorien der Industrievolution*. Discussion Paper on Strategy and Innovation, Philipps-University Marburg, Department of Technology and Innovation Management, Marburg.

- Stiglitz, J. (2010). *Im freien Fall. Vom Versagen der Märkte zur Neuordnung der Weltwirtschaft*. Berlin: Siedler.
- Trippl, M. (2020). Neue Entwicklungen in der geografischen Innovationsforschung. *GW-Unterricht*, 159, 5-15.
- Turnheim, B., & Geels, F. (2013). The destabilisation of existing regimes: Confronting a multi-dimensional framework with a case study of the British coal industry (1913–1967). *Research Policy*, 42, 1749-1767.
- Utterback, J. (1994). *Mastering the dynamics of innovation*. Boston: Harvard Business School Press.
- von Foerster, H. (1993). *Wissen und Gewissen: Versuch einer Brücke*. Suhrkamp.
- von Hippel, E. (1994). "Sticky Information" and the Locus of Problem Solving: Implications for Innovation. *Management Science*, 40(4), 429-439.
- Wanzenböck, I., & Frenken, C. (2020). The subsidiary principle in innovation policy for societal challenges. *Global Transitions*, 2, 51-59.
- Weber, K., & 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.
- Wolff, F., Heyen, D., Brohmann, B., Grieshammer, R., Jacob, K., & Graaf, L. (2018). *Transformative Umweltpolitik: Nachhaltige Entwicklung konsequent fördern und gestalten*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Explizite und implizite Ziele verschiedener Generationen der FTI-Politik. Quelle: (Luescher, Wilson Fadiji, & Cele, 2020); Eigene Darstellung.....	41
Abbildung 2: Transformation als summe einzelner systemtransitionen. Quelle: (Loorbach D. , 2014)..	46
Abbildung 3: Phasen einer Transformation. Quelle: (OECD, 2015 a)	47
Abbildung 4: Transformation als kombinierter Prozess von Aufbau und Abbau. Quelle: (Loorbach D. , 2014).....	48
Abbildung 5: Nische als aggregat lokaler experimente. Quelle: (Geels & Raven, 2006).	56
Abbildung 6: Transformation als Multi-Level-Prozess. Quelle: (Geels, 2020).	58
Abbildung 7: Entstehung von Nischen und Entwicklungstrajektorien durch generische Regeln. Quelle: (Geels & Raven, 2006)	61

11 Anhang: Beispiele von Transformationen

11.1 Biomasse-Nahwärmenetze in Österreich

Das Beispiel der Verbreitung von Biomasse-Wärmenetzen in Österreich verdeutlicht sozio-technische Transformation als langfristigen Prozess, der durch radikale Neuerungen aus geschützten Nischen geformt wird, die ihre transformative Wirkung aber erst aufgrund einer umfassenden Diffusion entfalten konnten, was neben genügend Zeit auch die Einbettung in das kulturelle, politische und wirtschaftliche Umfeld erfordert. Auch die Bedeutung der Einbeziehung verschiedenster Akteursgruppen – neben Forschungs- und Wirtschaftsakteuren – wird veranschaulicht, ebenso wie die Vereinbarkeit von Nachhaltigkeitstransformationen und Wirtschaftsentwicklung.

Die Nische startete als bottom-up Bewegung in den 70ern, als Sägewerke begannen, Überschusswärme aus der Verbrennung ihrer Reststoffe über Nahwärmenetze zu verkaufen. Das kann als organisatorische Innovation gesehen werden, die bestehende Technologien verbindet und in neuem Kontext (ländliche Regionen) anwendet. Bestärkt durch die Energiekrisen der 70er und 80er-Jahre (Landscape-Entwicklungen) griffen auch Landwirte diese Möglichkeit auf, zunächst um die Nachfrage nach Holz zu steigern, später auch um zusätzliches Einkommen aus dem Verkauf der Wärmeenergie zu generieren. Fehlendes technologisches Wissen resultierte in dieser frühen Phase in Designfehlern der Anlagen. Erfahrungsaustausch (Lernen) wurde kaum gepflegt, ebenso wenig wie Feedback mit Technologieanbietern. Die Gründung von Genossenschaften (organisatorische Innovation) machten die Investitionen und verbundene Risiken tragbar. Entsprechende Förderungen gab es in dieser frühen Phase keine.

Ab Mitte der 80er-Jahre erfuhr diese erste neue „sozio-technische Konfiguration“, nämlich landwirtschaftliche Kooperativen zum Betrieb von kleinen Biomasse-Nahwärmenetzen in ländlichen Gebieten, weitere Verbreitung. Nach Demonstration der Machbarkeit durch die Pioniere der ersten Phase (Sägewerkbesitzer, Land- und Forstwirte, Tischler) und Lobbying-Arbeit der regionalen Landwirtschaftskammern erfuhr die Nische zunächst Unterstützung aus der Landespolitik – erst aus dem Landwirtschafts- und Energiebereich, später auch aus der regionalen Innovationspolitik und der Regionalpolitik (horizontale Politikkoordination; Erweiterung der „Koalition“ um lokale und regionale Politikakteure, die Biomasse-Policies auch auf nationaler Ebene einforderten). Die Motive dazu waren anfangs in der Regionalentwicklung zu finden (Arbeitslosigkeit, Abwanderung, Deindustrialisierung); Erst später kamen neue Narrative hinzu, die die Nische in den Kontext des Klimaschutzes stellten. Regionale Energieagenturen und der neu gegründete Biomasse-Verband förderten die Vernetzung der Nischenakteurinnen und sorgten als Intermediäre dafür, dass lokale, individuelle Erfahrungen zirkulieren

konnten und generisches, kodifiziertes Wissen (überregional) aufgebaut wurde (z.B. durch Qualitätskontrolle). Zusätzlich veranstalteten Intermediäre (EAs, LWKs) Informationsveranstaltungen, um neue Anwender zu gewinnen (Hochskalieren).

Anfang der 90er kamen Bundesförderungen des Landwirtschaftsministeriums hinzu, die mittels Zuschüssen und geförderten Agrarinvestitionskrediten die Investitionsrisiken minderten (Schutz der Nische). Gemeinden agierten als „early adopters“, indem öffentliche Gebäude über diese Netze versorgt wurden. Dies wiederum trug durch den legitimierenden Effekt dazu bei, dass sich mehr und mehr Haushalte – trotz höherer Kosten – an die Netze anschlossen (soziale Innovation). Mitte der 90er dominierte schließlich das Narrativ des Klimawandels die öffentliche Debatte und Unterstützung aus der Umweltförderung des Bundes brachte zusätzlich die nationale Umweltpolitik ins Spiel (vertikale Politikkoordination). Gegen Ende der 90er erfolgte ein weiterer Schritt zur Aggregierung und Stabilisierung der Nischenlösung, indem technisch-wirtschaftliche Mindeststandards festgelegt wurden (ÖKL-Merkblatt 67), was wiederum die Effizienz der Anlagen und damit ihre Wettbewerbsfähigkeit am Markt förderte (Institutionalisierung).

Diese Stabilisierung von Regeln sowie v.a. die Einführung von Einspeisetarifen (Schutz der Nische; neue Märkte) über das Ökostromgesetz (nationale Energiepolitik) führten Anfang der 2000er dazu, dass sich Regimeakteure für die Nischenlösungen interessierten. Die Einbindung von großen Energieversorgungsunternehmen (Nischen-Regime-Interaktionen) führte zu weiteren sozio-technischen Konfigurationen, nämlich große Biomasse-KWK-Anlagen, die von Energieversorgern betrieben wurden und später Biomasse-Mikronetze, die von Energiedienstleistungsunternehmen betrieben wurden und v.a. Hotels, öffentliche Gebäude und Wohnbaugesellschaften versorgten (Contracting als Geschäftsmodell-Innovation). Die Involvierung von Regimeakteuren beförderte die Diffusion der Nischenlösung vor allem dadurch, dass mehr Finanzmittel für die Entwicklung zur Verfügung standen und die Legitimation der Nischenlösungen gestärkt wurde. Die Nische erfuhr dadurch enormes Wachstum. Zu dieser Zeit formierte sich auch Widerstand aus dem Regime. In den wenigsten Fällen lief die Einführung von Biomasse-Anlagen konfliktfrei ab. Vor allem Rauchfangkehrer, Brennstoffhandel und Gasanbieter mit Expansionsplänen in ländliche Regionen (EVN) sahen ihr Geschäft gefährdet. Die dominierende Rolle, die EVUs in einigen Bundesländern spielten, zählt zu den wesentlichsten Hindernissen für die Verbreitung der Nische. Vor allem die enge Vernetzung zwischen Landes(energie)politik und Landesenergieunternehmen kann hervorgehoben werden. Für Salzburg etwa wird eine Niederlage der Biomasse gegenüber der Erdgas-Lobby berichtet. Bis hierher wuchs die Nischenkoalition stark in Umfang und Diversität und umfasste neben Landwirten und Gemeinden auch Installateure, Kesselhersteller, Energiedienstleister, Forschungsorganisationen und verschiedene Nutzergruppen.

2009 folgte eine breitere regulatorische Einbettung, etwa über das Kraft-Wärme-Kopplung-Gesetz oder das Fernwärme- und Fernkälteleitungsausbaugesetz. 2010

wurden Biomasse-Netze in der Österreichischen Energiestrategie 2020 verankert, was Direktionalität und nachhaltige Unterstützung sicherstellt.

Zusammenfassung:

1. Phase (1979-1986): Nische entsteht bottom-up aufgrund Initiative einzelner Akteurinnen. Ausschlaggebend sind sozio-ökonomische Bedingungen. Daher unterschiedliche Entwicklungen in den Bundesländern.
2. Phase (1986-2002): Unterstützung durch v.a. regionale Politik (inkl. regionale Förderungen) fördert das Wachstum der Nische. Vernetzung und Standardisierung durch Intermediäre sind relevant (Schutz, Zirkulation, Replikation).
3. Phase (ab 2002): Nationale Politik (Regelung: Einspeisetarife) bedingt schnelles Wachstum der Nische durch Einbindung und Reorientierung von Regimeakteurinnen (Unlearning, Nischen-Regime-Interaktionen).

Quellen: (Geels, 2020), (Geels & Johnson, 2018), (Seiwald, 2014), (Madlener, 2007), (Rakos, 1996).

11.2 “Mobility as a Service” in Finnland (Helsinki)

Das Beispiel MaaS beschreibt einen stärker top-down-getriebenen Ansatz der Nischenentwicklung im Mobilitätssystem in Finnland. Die MaaS-Nische etabliert sich als Alternative zum dominierenden Regime des motorisierten Individualverkehrs (MIV). Ziel ist es, MIV zugunsten nachhaltiger Mobilitätsformen drastisch zu reduzieren. Als Alternative zum privaten PKW wird Nutzerinnen der Transport von Tür zu Tür als Dienstleistung angeboten. Dazu werden sämtliche Transportmodi öffentlicher und privater Anbieter integriert und über Transportdienstleister mit einem einzigen Ticket online buchbar gemacht.

Die Entstehung war geleitet von Landscape-Entwicklungen wie dem Klimawandel, der Digitalisierung und der fortschreitenden Urbanisierung. Das Fehlen einer mächtigen Automobilindustrie und das Vorhandensein eines starken IKT-Sektors waren begünstigende nationale Kontextfaktoren in Finnland.

2004 hat das Transportministerium ein Netzwerk (Nische) ins Leben gerufen (Intelligent Transport Systems Finland - ITS), in dem sich Wissenschaft, Wirtschaft und Beamte Gedanken über die Zukunft des Transportsystems machen sollten. Dabei wurde unter anderem die Idee „MaaS“ geboren. (Vernetzen/Nischen bilden). Dieses Netzwerk war einer der zentralen Treiber der MaaS-Entwicklung.

2012 hat das Ministerium den „New Transport Policy Club“ als informelles Netzwerk ins Leben gerufen, in dem eine „handverlesene Koalition“ aus Politikern, Verwaltungsbeamten, Industrie (sowohl Regimeakteure als auch Start-ups), IST-Finland und Business Finland (nationale Innovations-Agentur) sektorübergreifend

(Transport und IKT) mögliche Optionen für die Gestaltung des Transportsystems diskutierten. Ziel war es, normatives Lernen zu forcieren und eine gemeinsame Vision zu entwickeln (deep-learning/Regime öffnen). In dem Format hat auch das ITS seine Ideen zu MaaS präsentiert, woraufhin ein Umdenken bei Regime-Akteurinnen in Richtung ganzheitlicher Politikgestaltung stattfand, was sich u.a. in der Zusammenlegung der Abteilungen Transport und Kommunikation manifestierte. Gemeinsam mit dem Ministerium hat Business Finland auch „Runde Tische“ initiiert, in denen Nischenakteurinnen gemeinsam mit Regimeakteuren verschiedene Themen im Kontext von MaaS diskutierten, z.B. unterschiedliche Bedarfe und Zukunftsvorstellungen von Gemeinden, öffentlichen Transportunternehmen oder auch von Taxi-Unternehmen (Erwartungsmanagement/Nischen bilden).

Neben der politischen Unterstützung und der gemeinsamen Vision war es notwendig, den Unternehmenssektor einzubinden und die erforderlichen technologischen und Service-Lösungen zu erarbeiten. Dazu hat Business Finland ein Förderprogramm aufgelegt, in dem Lösungen sowohl von Start-ups als auch von Regimeakteuren (z.B. Bahnbetreiber, Telekomanbieter, Taxi-Unternehmen) in mehreren Realexperimenten erarbeitet wurden (Schützen/Nischen bilden).

2016 ist aus dem Förderprogramm das Start-up „MaaS-Global“ hervorgegangen, das als erster MaaS-Dienstleister auf den Markt ging. Neben MaaS-Global haben mehrere Unternehmen MaaS-Piloten gestartet (Hochskalieren/Nischen verbreiten). Im selben Jahr ist die European MaaS-Alliance gegründet worden mit dem Ziel, Nischenentwicklungen auf europäischer Ebene zu konsolidieren. Gründungsmitglieder waren Regimeakteurinnen wie das Transportministerium und Nischenakteure wie MaaS-Global. (Institutionalisieren/Nischen in Mainstream bringen).

Einen Meilenstein stellt der 2017 eingeführte „Transport Service Act“ dar, mit dem eine Verordnung vorgelegt wurde, die neue Transportdienstleistungen durch geänderte Spielregeln proaktiv unterstützt und damit dem etablierten System entgegenwirkt (Institutionalisieren/Nischen in Mainstream bringen und Destabilisieren/Regime öffnen). Mit der Verordnung wurden private und öffentliche Transportdienstleister verpflichtet, ihre Daten wie z.B. Fahrpläne, Live-Daten zur Position von Bussen und von freien Taxis, offenzulegen. Die Verordnung sieht auch vor, dass die Dienstleister offene Programmierschnittstellen zur Verfügung stellen, über die Dritte (MaaS-DL) Fahrten bezahlen und Tickets kaufen können. Das waren essenzielle Voraussetzungen dafür, dass integrierte Angebote möglich wurden, sich neue Geschäftsmodelle entwickeln konnten und festgefahrene Strukturen bei Verkehrsbetrieben aufbrachen.

Ab 2019 hat Business Finland im Rahmen des Growth Engine Programms Darlehen u.a. zur Replikation von MaaS vergeben. (Replizieren/Nischen verbreiten).

Alles in allem ist MaaS-Finnland ein Beispiel dafür, wie Transformation stärker von der Angebotsseite aus initiiert wurde und in dem die öffentliche Hand auf nationaler und lokaler Ebene (Stadt Helsinki) zentrale Rollen gespielt haben.

Quellen: (Kivimaa & Rogge, 2022), (Kivimaa & Kanger, 2017).