ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of

ZBW Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Roth, Florian; Warnke, Philine; Niessen, Pia; Edler, Jakob

Research Report

Systemische Resilienz: Einsichten aus der Innovationsforschung

Perspektiven - Policy Brief, No. 03 / 2021 (DE)

Provided in Cooperation with:
Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI

Suggested Citation: Roth, Florian; Warnke, Philine; Niessen, Pia; Edler, Jakob (2021) : Systemische Resilienz: Einsichten aus der Innovationsforschung, Perspektiven - Policy Brief, No. 03 / 2021 (DE), Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe, https://doi.org/10.24406/publica-fhg-301410

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/248428

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Fraunhofer ISI

Systemische Resilienz – Einsichten aus der Innovationsforschung

perspektiven

policy brief

03-2021

Fraunhofer ISI

Systemische Resilienz – Einsichten aus der Innovationsforschung

Autor:innen

Florian Roth, Philine Warnke, Pia Niessen und Jakob Edler

Inhalt

Hintergrund **7**

Grundprinzipien der Resilienz **10**

Was kann die Innovationsforschung beitragen? **13**

01 Herausbildung von lokalen Ressourcen 14
02 Stärkung von vielfältigen Netzwerken und Beziehungen 14
03 Strategische Intelligenz für die Governance von Transformationen 15
04 Förderung von Antizipation 17
05 Vorhalten von breiten Kompetenzen 18

Schlussfolgerungen **20**

Literatur **23**

Impressum **26**

Hintergrund

Im Zuge der COVID19-Pandemie ist der Begriff der Resilienz zu einem zunehmend wichtigen Leitbild geworden. Stimmen aus Politik, Wirtschaft und Gesellschaft fordern Strategien, um Krisen besser zu überstehen oder sie am besten gar nicht erst entstehen zu lassen.

Um die Resilienz von Infrastrukturen (beispielsweise im Gesundheitswesen), Lieferketten, Organisationen oder ganzen Gesellschaften zu erhöhen, sollen die entsprechenden Systeme belastbarer werden, Redundanzen geschaffen und Notfallpläne für eine möglichst große Bandbreite an Schadensszenarien vorbereitet werden. Übergeordnetes Ziel dieser Maßnahmen ist es zumeist, die Bewältigung von Krisen und Störungen zu ermöglichen und eine rasche Wiederherstellung der Systemfunktionalität nach Schocks sicherzustellen.

Der vorliegende Policy Brief geht davon aus, dass solche Maßnahmen lediglich erste Schritte hin zu einer umfassenden Resilienz-Strategie sein können. Um ein erfolgreiches Krisenmanagement und vor allem langfristige Krisenvorsorge in einer hochkomplexen und von Unsicherheit geprägten Welt betreiben zu können, braucht es mehr. Vor allem dürfen wir Resilienz nicht lediglich als eine Art systemisches Zurückspringen bei Belastungen (englisch *bounce back*) begreifen, wie dies beispielsweise in den Ingenieurswissenschaften verstanden wird, um die Funktionsfähigkeit der entsprechenden technischen Systeme wiederherzustellen. Denn sowohl einzelne Unternehmen als auch ganze Branchen oder Gesellschaften – sie alle sind komplexe adaptive sozio-technische Systeme. Das heißt, sie besitzen die Fähigkeit, aus Erfahrungen zu lernen und Systemeigenschaften in Reaktion auf Störungen und Krisen, wenn nötig auch grundlegend zu verändern (*bounce forward*, Hynes et al. 2020). Entsprechend müssen Resilienz-Strategien zwingend die Förderung der systemischen Anpassungs- und Transformationsfähigkeit einschließen (Roth et al. 2021). Bislang gibt es jedoch kaum praxisnahe Handlungsempfehlungen für die Stärkung adaptiver und transformativer Resilienz. Wichtige Ansätze, um diese Lücke zu füllen, bietet die Innovationsforschung. Diese setzt sich bereits seit geraumer Zeit mit der Frage auseinander, wie sich komplexe sozio-technische Systeme unter dynamischen Umweltbedingungen verändern und welche Instrumente und Governance-Mechanismen geeignet sind, um Innovations- und Transformationsfähigkeit zu stärken und Transformationsprozesse aktiv zu steuern. Bislang wurden die Erkenntnisse der Innovationsforschung, insbesondere im Hinblick auf moderne Innovationspolitik, jedoch kaum für die Entwicklung von Resilienz-Strategien genutzt. In diesem Policy-Brief zeigen wir anhand mehrerer illustrativer Fallbeispiele, wie Ansatzpunkte der Innovationsforschung und -Politik für die Stärkung zentraler Dimensionen systemischer Resilienz nutzbar gemacht werden können.

»

Bislang gibt es kaum praxisnahe Handlungsempfehlungen für die Stärkung adaptiver und transformativer Resilienz

Foresight

Transformative Instrumente

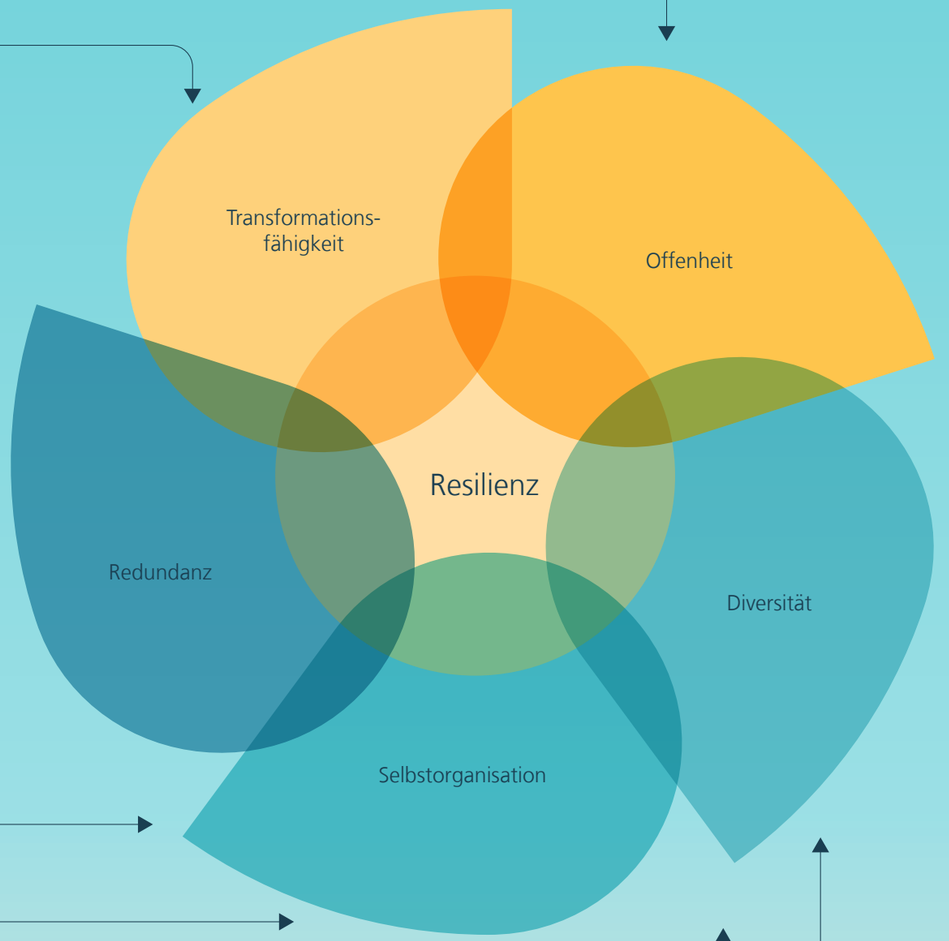
Vorlaufforschung

Stakeholder-Einbindung

Systemische Instrumente

Diversitätsstärkende Instrumente

Lokale Innovationssysteme



Grundprinzipien der Resilienz

Die Definition von Resilienz hat sich sowohl disziplinübergreifend als auch im zeitlichen Ablauf weiterentwickelt. Generell verstanden als Widerstandsfähigkeit gegenüber Schocks und Störungen, ist sie jeweils abhängig von der Art des betrachteten Systems.

So ist die psychologische Resilienz eines einzelnen Menschen an andere Kriterien geknüpft als die eines technischen Systems oder einer Volkswirtschaft. In allen Fällen bedeutet Resilienz die Fähigkeit, auch schwerwiegende Schocks zu überstehen und nicht an ihnen zu zerbrechen.

Neben der kurzfristigen Bewältigung von Schocks und Störungen bemisst sich Resilienz aber auch daran, wie es nach einer Krise weitergeht. So traf beispielsweise die COVID19-Pandemie in Deutschland auf ein Bildungssystem, das bereits seit geraumer Zeit mit der Herausforderung konfrontiert war, die Transformationsprozesse im Zuge der Digitalisierung zu meistern. Die »Erholung« vom Corona-Schock wird absehbar dazu führen, dass Schulen und Hochschulen neue, digitale Formate des Unterrichts institutionalisieren werden. Ähnliches gilt für die Digitalisierung im Gesundheitswesen, einschließlich der sich nun weit verbreitenden telemedizinischen Diagnose- und Beratungskonzepte. Diese Beispiele zeigen, dass Krisenreaktion auch bedeutet, Systeme langfristig neu auszurichten, sie zu entwickeln und dabei, soweit notwendig, auch vor tiefgreifenden strukturellen Veränderungen nicht zurückzuschrecken. Resilienz umfasst deshalb zum einen das Zusammenwirken der verschiedenen Komponenten mit dem Ziel, die Adaptionsfähigkeit des Systems zu stärken. Manchmal reicht eine fortlaufende Anpassung jedoch nicht aus, um den Fortbestand eines Systems zu sichern. In solchen Fällen gehört zur Resilienz zum anderen auch die Fähigkeit zur Transformation. Ein Beispiel hierfür ist der Umgang mit den Herausforderungen der Klimakrise: Resilient zu sein bedeutet in diesem Zusammenhang, sich an die veränderten klimatischen Bedingungen anzupassen, aber gleichzeitig auch die Transformation wichtiger sozio-technischer Systeme (unter anderem der Energieversorgung, der Mobilitätssysteme und der Nahrungsmittelproduktion) einzuleiten, um die globale Erwärmung zu begrenzen. Doch welche Instrumente können hierbei hilfreich sein, um sowohl das Ziel der Adaption als auch der Transformation durch Resilienz zu erreichen?

Die Resilienzforschung hat bereits einige Merkmale resilienter Systeme identifiziert. Diese Merkmale unterscheiden sich allerdings je nach Art eines Systems: Je stärker dessen Komplexität, desto unspezifischer werden die Merkmale. Dies zeigt ein Vergleich von Metriken technischer Resilienz (Altherr et al. 2018) und sozialer Systeme (Stone-Jovicich 2015). Resiliente technische Systeme verfügen im Allgemeinen über die sogenannten »vier R's«: Sie besitzen ein hohes Maß an *Robustheit*, ausreichende *Redundanzen* sowie im System verteilte und vernetze *Ressourcen* um auf Schocks reagieren zu können und ihre Funktionalität *rapide* wiederherzustellen (Bruneau et al. 2003). Im Vergleich ist Resilienz auf der gesellschaftlichen Ebene als ein noch deutlich komplexeres, multidimensionales Konzept zu verstehen. Forschung zu sozio-technischen beziehungsweise sozio-ökologischen Systemen konnte bereits Resilienzindikatoren identifizieren, die auch die langfristige Wandlungsfähigkeit und Prosperität des Systems berücksichtigen. Demnach wird die Resilienz unter anderem dadurch beeinflusst, ob ein System über ausreichend diverse Kapazitäten verfügt, auf unterschiedliche Herausforderungen mit unterschiedlichen Lösungsstrategien reagieren zu können. Eine übermäßige Fixierung auf die Maximierung der Effizienz geht hingegen mit einer niedrigeren Resilienz einher (Carpenter et al. 2001, Lorenz 2013, Walker 2020). Untersuchungen zur Resilienz von Wirtschaftsregionen haben gezeigt, dass ökonomische Systeme dann besonders gut mit Schocks umgehen können, wenn sie eng vernetzt sind, ein hohes Maß an Diversität besitzen sowie über leistungsfähige politische Institutionen verfügen (Boschma 2015). Weitere Forschungsarbeiten haben die Auswirkungen von unterschiedlichen Katastrophenereignissen auf lokale Sozialstrukturen untersucht: Dabei wurden etwa unterschiedliche Eigenschaften von Communities identifiziert, die in der Lage sind, solche Schockereignisse zu absorbieren, aus Erfahrungen zu lernen und langfristig prosperieren zu können. Im Zentrum stehen dabei unterschiedliche Ressourcen und Fähigkeiten, um auf unerwartete Entwicklungen schnell und flexibel Antworten zu finden (siehe Box »Dimensionen von Community Resilience«). Denn jede Krise ist für sich einzigartig und erfordert entsprechend neue Lösungen, wobei häufig ein hohes Maß an Improvisationskunst und Kreativität gefragt ist.

Zugleich stellt sich die Frage, wie sich die Fähigkeit, unter Druck und Handlungsunsicherheit neue Wege zu beschreiten, fördern lässt. Kann die Resilienz von komplexen sozio-technischen Systemen überhaupt geplant werden, oder muss sie vielmehr aus sich selbst heraus erwachsen? Im Folgenden argumentieren wir, dass die Resilienz solcher Systeme zwar nicht umfassend gesteuert werden kann, es doch aber zahlreiche Ansätze und Maßnahmen gibt, sowohl adaptive als auch transformative Formen der Resilienz gezielt zu fördern. Basierend auf Ansätzen der Innovationsforschung zeigen wir, wie sich systemische Anpassungs- und Transformationsfähigkeit stärken lassen. Diese Ansätze umfassen insbesondere die Förderung von Netzwerken und Partizipationsprozessen für die Entwicklung neuartiger Problemlösungen, Methoden zur Erarbeitung eines umfassenden Systemverständnisses für strategisches Governance, Wege zur Steigerung der Antizipationsfähigkeit und zum Umgang mit Unsicherheit, sowie die Fähigkeit zur Vorbereitung im Rahmen des Vorhaltens einer Kompetenzbasis.

Dimensionen von Community Resilience

Lokales Wissen: Fähigkeit der Gesellschaft beziehungsweise Bevölkerung, sich relevantes Wissen anzueignen, aber auch Bildung und Training zu stärken sowie der Aufbau von kollektiver Selbstwirksamkeit und Empowerment.

Gemeinschaftliche Netzwerke: Spielen eine bedeutende Rolle für die Entstehung von Resilienz, wobei hierbei besonders wichtig ist, dass die Verbindungen und Beziehungen innerhalb der Netzwerke kohäsiv und konnektiv sind.

Effiziente Kommunikation: Sollte eine dezidierte Risiko- und Krisenkommunikation beinhalten, um resilienzförderlich zu wirken.

Infrastruktur: Investitionen in Infrastrukturen (beispielsweise Ausbau des Gesundheitssystems) wirken auf die Resilienz, wobei hierbei insbesondere die Unterstützung der Governance und Führung durch infrastrukturelle Ressourcen eine Dimension von Resilienz darstellt.

Ressourcen: Die Verfügbarkeit unterschiedlicher (physischer, menschlicher, finanzieller, sozialer) Ressourcen, eine faire Ressourcenallokation sowie die Fähigkeit die bestehenden Ressourcen auch effektiv zu nutzen ist eine wichtige Voraussetzung für Resilienz.

Wiederaufbau: Nach einem Schock oder einer Krise ist die Wiederbelebung der lokalen Wirtschaft häufig eine der größten Herausforderungen. Kluge, vorausschauende Investitionen ermöglichen nicht nur einen schnelle Wiederherstellung der lokalen Wirtschaftsbasis, sondern können auch helfen künftige Risiken zu reduzieren.

Vorsorge: Risikobasierte, vorausschauende und partizipative Vorsorgemaßnahmen ermöglichen nachhaltige Krisenreaktion sowie Erholung und reduzieren die Wahrscheinlichkeit schwerer Auswirkungen von Schocks und Störungen.

Umgang mit Unsicherheit: Die menschliche Fähigkeit, auf der einen Seite vergangene Krisen produktiv zu verarbeiten und daraus zu lernen und auf der anderen Seite die Möglichkeit künftiger Krisen nicht zu ignorieren und Handlungsstrategien abzuleiten, stärkt gesellschaftliche Resilienz.

Quelle: Patel et al. (2017)

Was kann die Innovationsforschung beitragen?

Die Innovationsforschung hat vielfach aufgezeigt, was Innovationssysteme auszeichnet, die sich trotz wechselnder Rahmenbedingungen lange Zeit erfolgreich weiterentwickeln.

Die Innovationsforschung beschäftigt sich seit den 70er Jahren mit der Frage, welche Voraussetzungen Organisationen – insbesondere Forschungseinrichtungen und Unternehmen – Regionen, Sektoren oder ganze Volkswirtschaften zur erfolgreichen Entwicklung und Anwendung von Lösungen für bestimmte Herausforderungen benötigen.

Innovationsfähigkeit wird in der Innovationsforschung als Systemeigenschaft begriffen: So sind nicht nur einzelne Systemelemente, sondern – angesichts der steigenden Komplexität von Innovationsprozessen – auch das Zusammenspiel der Systemkomponenten und die Qualität ihrer Verbindungen entscheidend für den Innovationserfolg. So ist etwa die Kenntnis notwendiger komplementärer Kompetenzen und der flexible Zugang hierzu entscheidend für die Entwicklung effizienter, effektiver und reagibeler Innovationen. Dabei sind Transparenz und ein hohes Vertrauen zwischen den Akteuren ein Merkmal starker Innovationssysteme. In der Innovationspolitik haben sich die »systemischen Instrumente« etabliert, die Akteure flexibel, in immer neuen Konstellationen verbinden, wobei sie besonders auf die Qualität der Verbindungen achten (Daimer et al. 2012, Smits und Kuhlmann 2004). Beispiele sind Netzwerkbildung, Förderung von Wissensflüssen durch Plattformen oder Dialoge sowie die Förderung innovativer Cluster. Das etablierte, breite Innovationsverständnis legt nahe, dass systemische Instrumente weit über die klassische »Triple Helix« Wissenschaft, Wirtschaft, Politik hinaus gesellschaftliche Akteure adressieren müssen, da diese wesentliche Beiträge zum Innovationsgeschehen leisten (Warnke et al. 2016).

Es lassen sich wichtige Lehren für die Förderung von Resilienz in sozialen Systemen ziehen, wenn verstanden wird, warum sich Innovationssysteme permanent weiterentwickeln und über lange Jahre funktionieren. Für den gezielten Aufbau resilienter Systemstrukturen sind Erkenntnisse zu den Erfolgsbedingungen innovationspolitischer Instrumente aufschlussreich. Dabei lassen sich zwei Grundformen der Innovationspolitik unterschieden: Zum einen stand in den letzten vier bis fünf Dekaden die Aufgabe im Fokus, Akteure in Innovationssystemen bei der Entwicklung von Innovationen zu unterstützen und sie schnell in die breite Anwendung zu bringen. Grundannahme ist hier, dass Innovationen allgemein Wirtschaft und Gesellschaft nutzen. Eine Vielzahl von Interventionen dient dazu, einzelne Akteure und deren Interaktionen effektiver und reagibler zu machen, und damit das System insgesamt zu ertüchtigen. Zum anderen wird in jüngerer Zeit die Innovationspolitik vermehrt dazu eingesetzt, konkrete, politisch definierte gesellschaftliche Ziele – häufig als »Missionen« definiert – zu erreichen (Lindner et al. 2021, Mazzucato 2018 und 2021). Im Hintergrund dieser missionsorientierten Innovationspolitik stehen zumeist globale Herausforderungen wie der Klimawandel, Digitalisierung oder der demographische Wandel. Ziel ist hier direkt oder indirekt eine Transformation im Sinne von Neuordnungen ganzer sozio-technischer Bereiche wie etwa die Etablierung nachhaltiger Mobilitäts- oder Ernährungssysteme (Breitlinger et al. 2021).

Im Folgenden skizzieren wir fünf Ansätze aus der Innovationspolitik, die aus unserer Sicht auch für Strategien zur Stärkung systemischer Resilienz relevant sind, indem sie folgende zentrale Anforderungen an Resilienz adressieren:

01
Herausbildung von lokalen Ressourcen

02
Stärkung von Netzwerken und Beziehungen

03
Strategische Intelligenz für Governance von Transformationen

04
Förderung von Antizipation

05
Vorhalten von breiten Kompetenzen

01

Herausbildung von lokalen Ressourcen

Die breite, im Innovationssystem verteilte Erschließung spezifischer lokaler Ressourcen und Kapazitäten ist ein maßgeblicher Faktor für die Innovationsfähigkeit. Die Analyse regionaler Innovationssysteme hat dementsprechend eine lange Tradition in Innovationsforschung und -politik (Braczyk et al. 1998, Cooke 2009, Koch und Stahlecker 2006 und 2019). Innovationssysteme sind funktionsfähiger und reaktionsstärker, wenn sie über verteilte, starke Kompetenzen verfügen, die auf lokale Gegebenheiten und Entwicklungen reagieren können, aber gleichzeitig über das Gesamtsystem vernetzt sind, um Komplementaritäten zu nutzen. Damit lässt sich spezifisches raum- und kontextbezogenes Wissen einbinden und passfähige Lösungsansätze im Kontext einer (übergeordneten) regionalen Strategie entwickeln. Innovierende und erfolgreiche Unternehmen bilden den Kern lokaler Innovationssysteme. Verstärkt werden sie durch Forschungsdienstleistungen, Bildung sowie eine unterstützende Politik. Die Wandlungs- und Zukunftsfähigkeit von Innovationssystemen hängt in hohem Maße davon ab, wie die regionalen Ressourcen im Hinblick auf externe Veränderungen in den Rahmenbedingungen genutzt und (weiter) entwickelt werden können. In der Innovationsforschung haben sich gesamtheitliche analytische Ansätze etabliert, die mittels einer Kombination aus Potenzialanalyse, Strategieanalyse und -entwicklung die vorhandenen Potenziale (Akteure, Industrien, Qualifikationen etc.) mit den strategischen Entwicklungsmöglichkeiten zusammenbringen und Aussagen zur Passfähigkeit ermöglichen (vergleiche Barca 2009). Beispielsweise ermöglicht der Ansatz der Intelligenten Spezialisierung (»*smart specialisation*«, Foray 2014) die Suche nach komparativen Vorteilen auf der Basis der vorhandenen lokalen Ressourcen und Potenziale unter Einbeziehung des jeweiligen regionalen Kontextes.

Die Erkenntnisse und Instrumente der Innovationsforschung zur Stärkung lokaler Innovationssysteme können auch zur Stärkung gesellschaftlicher Resilienz herangezogen werden. Die Fähigkeiten und Reagibilität des Gesamtsystems wird erhöht, wenn sich bei hinreichender Vernetzung und Transparenz unterschiedliche lokale Experimente und Kompetenzen im System mobilisieren lassen. Dies beruht auf vielfältigen Lerneffekten, die durch die operative Krisenbewältigung in kleinräumigem Kontext unter Einbezug der spezifischen Gegebenheiten vor Ort stattfinden. Diese gemeinsam erzielten Lerneffekte können zur Bewältigung weiterer Herausforderungen genutzt werden. Einerseits nimmt die Aufnahmefähigkeit für externe Impulse zu, andererseits wird eine enge unmittelbare Abhängigkeit von externen Systemen verhindert, wenn Innovationssysteme aus sich heraus in der Lage sind, diverse lokale Innovationen zu generieren – beides Beiträge zu Flexibilität, Reagibilität und Resilienz.

Box 01

Regionale Entwicklungsstrategie Technologie-Region Karlsruhe 2030

In der TechnologieRegion Karlsruhe haben sich 28 Gesellschafter:innen aus Wirtschaft, Wissenschaft und Kommunen aus den Bundesländern Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz sowie dem Département Bas-Rhin in Frankreich zusammengeschlossen. Mit Unterstützung des Fraunhofer ISI wurden in einer Reihe partizipativer Workshops eine Vision und eine Entwicklungsstrategie erarbeitet und zahlreiche konkrete Projekte einschließlich Zielgrößen zur Umsetzung der Strategie entwickelt und initiiert. Basis war eine detaillierte Analyse des regionalen Innovationssystems und seiner Potenziale vor dem Hintergrund globaler Entwicklungen. Ähnliche Projekte wurden beziehungsweise werden – auch im Kontext der Regionalen Innovationsstrategien für Intelligente Spezialisierung – für die Regionen Oberösterreich, Mecklenburg-Vorpommern, Heilbronn-Franken und Südtirol durchgeführt.

02

Stärkung von vielfältigen Netzwerken und Beziehungen

Die Identifikation von Stakeholdern und ihre aktive Einbeziehung in strategische Prozesse ist seit Jahrzehnten fester Bestandteil der Innovationsforschung und wichtiges Element von Innovationspolitik. Dies liegt in der Natur der Sache, da der Erfolg von innovationspolitischen Strategien in hohem Maße von der Mitwirkung der Akteure des Innovationssystems abhängt. Lange Zeit berücksichtigten diese Mitwirkungsstrukturen im Wesentlichen Industrie und Forschungseinrichtungen, die traditionell als die zentralen Akteure des Innovationssystems und damit auch als die wesentlichen Stakeholder angesehen wurden. Dies ändert sich in den letzten Jahren mit der zunehmenden Wahrnehmung der maßgeblichen Beiträge gesellschaftlicher Akteure und des öffentlichen Sektors zum Innovationsgeschehen. Aktuelle partizipative

Box 02

Hightech-Strategie Beteiligungsprozess

Die Hightech-Strategie 2025 bildet als aktuelle Forschungs- und Innovationsstrategie der Bundesregierung das Dach der deutschen Innovationspolitik. Im Jahr 2020 wurde ein Beteiligungsprozess aufgesetzt, um neue Perspektiven aus der Gesellschaft in die Weiterentwicklung der Strategie einzubeziehen. Dafür fanden von Juni bis August 2020 bundesweit sieben Regionaldialoge statt. Hier kamen etablierte und zuvor noch wenig im Innovationskontext betrachtete Innovationsakteure aus Wissenschaft und Gesellschaft zusammen, um nach dem Prinzip der Ko-Kreation gemeinsam regional-spezifische Lösungen für gesellschaftliche Herausforderungen zu entwickeln. In einem überregionalen Ergebnisdialog mit unterschiedlichen Stakeholdern und Innovationsexpert:innen wurden daraus Impulse für die Weiterentwicklung der Hightech-Strategie erarbeitet. Diese wurden in einer Staatssekretär:innenrunde mit Vertreter:innen aller Ministerien präsentiert und erörtert. Parallel wurde allen Bürger:innen über eine Online-Plattform ein Forum gegeben, sich aktiv an der Weiterentwicklung der Hightech-Strategie 2025 zu beteiligen. Der Beteiligungsprozess wurde aus Sicht des BMBF »getragen von der Überzeugung, dass Innovationen mehr und mehr aus der Mitte der Gesellschaft entstehen und Wissen in der Gesellschaft zur Wirkung gebracht wird« (siehe https://www.mitmachen-hts.de/informationen).

Innovationsstrategien zielen oft auf eine breite Bürger:innenbeteiligung. So sind etwa in den Niederlanden mehr als 12.000 Beiträge von Bürger:innen in die Forschungsstrategie eingeflossen (Graaf et al. 2017). Somit stärken die neueren Instrumente der Innovationspolitik nicht nur existierende Netzwerke, sondern gerade auch die für die Resilienz wichtige Fähigkeit, unterschiedliche Erwartungshorizonte, Wissensformen und Lösungskompetenzen einzubeziehen (»*participative capacity*«, Lorenz 2013). Diese Einbeziehung bedingt, dass auch Diversität berücksichtigt wird und sich als Netzwerk darstellen lässt. In der Innovationsforschung zeigen zahlreiche Studien, dass divers zusammengesetzte Teams kreativere Ideen und Lösungen entwickeln. Sie bringen unterschiedliche Sichtweisen ein, die oft schneller zu Ergebnissen und innovativen Ansätzen führen (Garcia Martinez et al. 2017). Alternative Herangehensweisen, aber auch mögliche Hemmnisse werden in diversen Teams eher untersucht. Die Erschließung diverser Perspektiven ist daher ein etablierter Ansatz zur Stärkung von Innovationsfähigkeit. Eine Reihe konkreter Instrumente etwa im Foresight oder im Innovationsmanagement zielen darauf, die Diversität von Innovationsteams zu erhöhen oder gezielt Außenperspektiven einzuholen. Auch bei der Analyse sektoraler oder regionaler Innovationssysteme hat sich immer wieder gezeigt, dass Diversität und die aktive Mobilisierung von Schnittstellen Innovationsfähigkeit stärkt und hilft, Lock-in Situationen zu vermeiden. Eine hohe Diversität von Perspektiven und Lösungskapazitäten kann deshalb gemeinsam mit der Partizipation zur Herausbildung von Netzwerken und Beziehungen beitragen und bietet somit eine Möglichkeit zur Resilienzstärkung.

Beteiligungsinstrumente der Innovationspolitik adressieren Aspekte, die auch zur Stärkung der Resilienz beitragen: Sie stärken Verbindungen zwischen Akteuren quer über verschiedene Bereiche und das Vertrauen in Institutionen – beides Fähigkeiten, die im Krisenfall dazu beitragen, dass gemeinsam neue Wege gefunden und beschritten werden können.

03

Strategische Intelligenz für die Governance von Transformationen

Wie oben geschildert, beschäftigt sich die Innovationsforschung im Zuge der Missionsorientierung auch zunehmend mit der gezielten Führung und strategischen Begleitung von meist längerfristigen Transformationen ganzer Teil-Systeme. Die Herausforderung besteht hierbei in der kontinuierlichen Verfügbarkeit von Orientierung, die alle Elemente eines Systems richtungsweisend unterstützt und somit die Entscheidungstragenden bestmöglich befähigt. Resilienzansätze gehen davon aus, dass sich in einer globalisierten, dynamischen Welt technologische, ökologische und soziale Entwicklungen nur schwer vorhersagen oder gar kontrollieren lassen. Vielmehr sind Handlungsentscheidungen stets mit einer tiefgreifenden Unsicherheit verbunden. Um dieser Unsicherheit zu begegnen, haben sich Faktoren als förderlich erwiesen, die die Unsicherheit durch eine klare Strategie und kontinuierliche Begleitung reduzieren. Deshalb zeigen sich Führungs- und Strategiefaktoren wie zum Beispiel Entscheidungsstärke als resilienzförderlich (Niessen 2021). Entscheidungsstärke heißt hier nicht *per se*, dass die Entscheidungen besonders schnell getroffen werden müssen, sondern, dass alle Beteiligten die Entscheidung eindeutig wahrnehmen – je besser die Vernetzung und Kommunikation in einem System ist, desto höher ist in der Regel auch die Wahrnehmung von Entscheidungen

Box 03

Begleitung der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie (MKS) des BMVI

Die Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie (MKS) der Bundesregierung ist das zentrale Umsetzungsinstrument für das Gelingen der Energiewende im Verkehr. Das Fraunhofer ISI begleitet die MKS wissenschaftlich und bietet eine wichtige Diskussionsplattform für die nachhaltige Mobilität der Zukunft unter Einbeziehung aller wesentlichen Stakeholder. Dafür werden unter anderem Potenziale zur Erreichung der Verkehrswende quantifiziert. Dies umfasst die Analyse von Technologien, Energie- und Kraftstoffoptionen sowie innovative Verkehrskonzepte. Damit wird eine Grundlage für den politischen Prozess geschaffen, um entsprechende Maßnahmenpakete zu bündeln, um die gesetzten energie- und klimapolitischen Ziele zu erreichen. Weiter soll die wissenschaftliche Beratung auch die Wirkung getroffener Maßnahmen auf den Endenergieverbrauch (EEV) und die Treibhausgasemissionen (THG) des Verkehrs abschätzen und somit einen kontinuierlichen Anker für die Strategieentwicklung darstellen.

und Strategien. Insbesondere bei nicht-linearen Veränderungen ist die Governance von Systemen in der Krise besonders anspruchsvoll, sodass eine entsprechende intelligente Unterstützung unabdingbar ist. Eine hilfreiche Grundlage für Entscheidungsstärke und die Reduzierung von Unsicherheit ist die begleitende verteilte strategische Intelligenz als die Gesamtheit der analytischen und diskursiven Prozesse zur Unterstützung von Entscheidungen und der Reflektion über die Wirkung von Entscheidungen (Kuhlmann et al. 1999).

Strategische Intelligenz im Kontext von Transformationsprozessen ist demnach ein permanenter Prozess des Monitorings, der Potenzialanalyse für Innovationen und Verhaltensänderungen sowie der begleitenden Evaluation von getroffenen Governance-Entscheidungen. Ein solches System erlaubt die gemeinsame Reflektion der Stakeholder über die Grenzen ihrer eigenen Perspektive, Interessen und Datenzugänge hinweg. Die hierbei generierte Evidenzbasis, sowie die Öffnung der Perspektiven und die Weitung des Bewusstseins der daran Beteiligten erhöht die Legitimation und Passgenauigkeit von Transformationsentscheidungen. Diese geteilte Basis an strategischem Wissen und das darauf aufbauende Vertrauen in die Entscheidungsfähigkeit im System verbessert unweigerlich auch die Basis für Entscheidungen zur Krisenreaktion.

04

Förderung von Antizipation

Eine besondere Rolle unter den systemischen Instrumenten nehmen Foresight-Prozesse ein, in denen sich verschiedene Akteure eines Innovationssystems gemeinsam mit »Zukünften« auseinandersetzen. Ziel ist nicht die Vorhersage, sondern die Stärkung der Fähigkeit, die eigenen, oft linearen Zukunftsannahmen und Erwartungen zu hinterfragen (»*Futures Literacy*«, Miller 2018), die Wahrnehmung »schwacher Signale« zu schärfen (Warnke und Schirrmeister 2016), sich für Veränderungen zu öffnen und sich gemeinsam neue Ziele zu erarbeiten. Gleichzeitig stärken Foresight-Prozesse neue zukunftsorientierte Verbindungen zwischen Akteuren aus ganz verschiedenen Bereichen des Systems und bringen unterschiedliche Wissensformen zusammen.

Foresight-Prozesse wie der beschriebene Prozess im Kontext der Zukunftskommission Landwirtschaft sensibilisieren die Akteure für eine größere Bandbreite von Entwicklungen und trainieren sie darin, eine Fortsetzung des *Status quo* im Kontext sich dynamisch entwickelnder Anforderungen zu hinterfragen. Gleichzeitig werden durch den Austausch der heterogenen Interessensvertreter:innen neue Verbindungen geschaffen und mehr Perspektiven in die Ausbildung neuer Erwartungen einbezogen. So werden Fähigkeiten weiterentwickelt, die in Krisensituationen, in denen etablierte Erwartungen abrupt durchkreuzt werden, elementar sind, um schnell neue Strukturen ausbilden zu können, die von verschiedenen Gruppen mitgetragen werden. Auch die Fähigkeit, Krisen überhaupt schneller ernst zu nehmen, wird gestärkt, da die Aufnahmefähigkeit für einmal Gedachtes und vor allem gemeinsam Diskutiertes höher ist. Foresight als systemisches Instrument der Innovationspolitik, das auf die Stärkung der Innovationsfähigkeit zielt, kann daher auch unter dem Gesichtspunkt Resilienzstärkung betrachtet werden. Insbesondere wird auch die Transformationsfähigkeit erhöht, da ausgetretene Pfade und lineare Zukunftserwartungen systematisch aufgebrochen und neue Denk- und Reaktionsmuster eingeübt werden.

Box 04

Zukunftskommission Landwirtschaft

Die Bundesregierung hat im Juli 2020 ein Zukunftskommission Landwirtschaft (ZKL) eingesetzt, die 31 Vertreter:innen von den wichtigsten Verbänden aus den Bereichen Landwirtschaft, Wirtschaft und Verbraucher- sowie Umwelt- und Tierschutz und sechs Wissenschaftler:innen aus dem Agrar- und Umweltforschung umfasste. Die Arbeitsgruppe »Zukünfte« der ZKL hatte die Aufgabe, in einem Foresight-Prozess – methodisch unterstützt durch das Fraunhofer ISI – Szenarien möglicher zukünftiger Agrarsysteme zu entwerfen. Die Szenarien dienten der Integration der sehr heterogenen Problemfelder und unterstützten einen konstruktiven Austausch zwischen den teilweise stark konfligierenden Positionen der Vertreter:innen unterschiedlicher Interessensgruppen. Anhand von zwei Szenarien wurde ein Zielkorridor für eine nachhaltige Landwirtschaft definiert, auf den sich alle Vertreter:innen einigen konnten. Ergänzend wurde ein weiteres Szenario skizziert, das eine Fortführung des *Status quo* beschreibt und von allen Vertreter:innen als nicht nachhaltig und damit nicht resilient angesehen wurde. Der durch die Szenarien beschriebene Zielkorridor zeigt den Transformationsbedarf auf und verdeutlich gleichzeitig die Handlungsspielräume, die einen gesellschaftlichen Aushandlungsprozess erfordern. Der Zielkorridor lässt sich anhand des Beispiels der Tierhaltung und des Fleischkonsums verdeutlichen. Während es in einem Szenario zu einem reduzierten Fleischkonsum und zu einer reduzierten Tierhaltung kommt, die den gesellschaftlichen Ansprüchen und dem Tierwohl weitgehend entspricht, wird in einem zweiten Szenario der Fleischkonsum sehr umfangreich durch alternative Proteinquellen ersetzt und die Tierhaltung in Deutschland weitgehend aufgegeben. Für alle Szenarien wurde ergänzend diskutiert, welche Rahmenbedingungen, zum Beispiel im internationalen Handel oder beim Konsumverhalten, für die Realisierbarkeit jeweils erforderlich sind, sodass nicht nur unterschiedliche Gestaltungsmöglichkeiten auf der nationalen Ebene des Landwirtschafts- und Ernährungssystems in den Blick genommen, sondern auch Unsicherheiten im internationalen Kontext und außerhalb des betrachteten System berücksichtigt wurden.

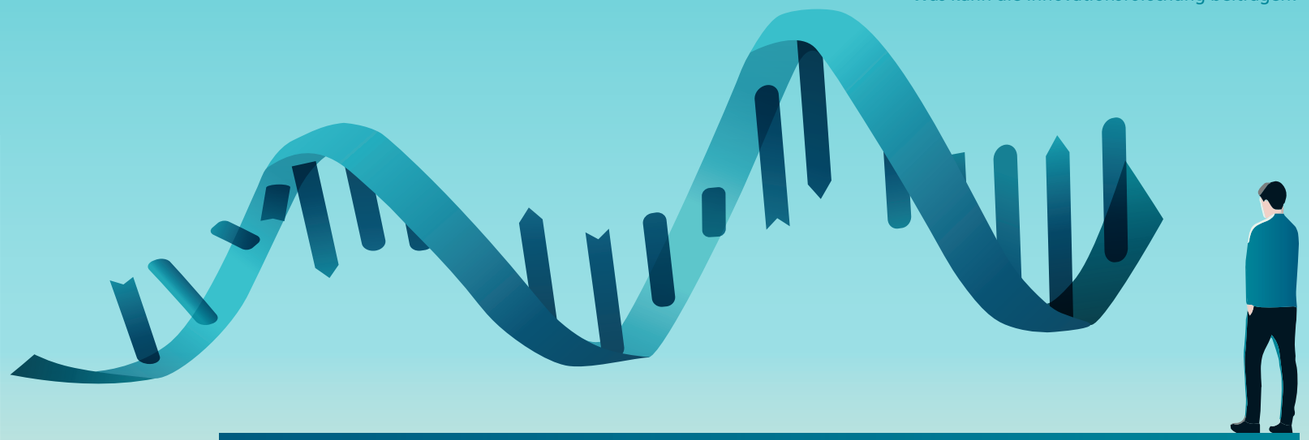
05

Vorhalten von breiten Kompetenzen

Es ist seit Mitte des 20. Jahrhunderts global anerkannt, dass der Staat in Vorlaufforschung investieren muss. Diese Art der Forschung sucht nach grundsätzlichen Erkenntnissen, ohne einen unmittelbaren, zeitnahen Bezug zu einer konkreten Anwendung. Die Innovationsforschung hat seit Mitte des letzten Jahrhunderts den Wert dieser Art der Forschung für Wirtschaft und Gesellschaft eindeutig herausgearbeitet (Martin und Nightingale 2000, Nelson 1959, Stokes 1997). Während die anwendungsorientierte Forschung sich an klar definierten Problemen orientiert, erlaubt die Vorlaufforschung Erkenntnisse, deren konkrete Anwendung häufig erst im Zeitverlauf deutlich wird. Die Vorlaufforschung ist aber unverzichtbar, denn sie speist zukünftige Problemlösungsfähigkeit mit neuen Erkenntnissen und ermöglicht häufig völlig neue wirtschaftliche und gesellschaftliche Anwendungen. Zudem geht die Innovationsforschung davon aus, dass Vorlaufforschung auch die eigene Wissensbasis, und damit die Kapazität, komplexe Informationen aufzunehmen und für die eigene Organisation nutzbar zu machen, stärkt.

Die ökonomische Innovationsforschung (Arrow 1962, Peneder 2008) hat eindeutig gezeigt, dass der Markt alleine aufgrund von Marktversagen strukturell dazu tendiert, nicht ausreichend in das öffentliche Gut Vorlaufforschung zu investieren. Das liegt insbesondere an den fehlenden Ausschlussmöglichkeiten, denn der langfristige Nutzen der Grundlagen- oder strategischen Forschung kann ihrer Natur nach nie vollständig ausschließlich auf die Organisation beschränkt bleiben, die sie betreibt. Zudem sind die Aussichten auf mögliche Anwendungen häufig sehr unsicher. Dies begrenzt den Anreiz für private Vorlaufforschung. Daher ist öffentliche Förderung von langfristiger, nicht unmittelbar anwendungsbezogener Forschung über Universitäten und außeruniversitäre Forschung für die Forschungs- und Innovationsförderung unabdingbar.

Diese Beispiele haben unmittelbare Relevanz für die Resilienz von Systemen. Die Vorlaufforschung stellt ungerichtete Kompetenzen und Wissen bereit, das unerwarteten Nutzen bei unerwarteten Disruptionen haben kann. Dies entspricht den Anforderungen an holistische Resilienz. Da die Art und Eintrittswahrscheinlichkeit disruptiver Ereignisse bestenfalls geschätzt, aber nie genau bestimmt werden kann, dient die Grundlagenforschung genau dazu, die Reaktionsfähigkeit von Forschungs- und Innovationssystemen und funktionalen



Box 05

Covid-Krise und internetbasierte Geschäftsmodelle

Die aktuelle Covid-Krise oder die Geschichte des Internet und der internetbasierten Geschäftsmodelle sind mittlerweile ausreichend dokumentiert. Ohne langfristige Förderung der Vorlaufforschung für die Erforschung von Immunreaktionen gegen Krebszellen wäre die Entwicklung des Covid-Impfstoffes auf der Basis von stabilisierten mRNA nicht möglich gewesen. Drei Jahrzehnte Grundlagenforschung an Universitäten und staatlichen Agenturen, insbesondere in den USA, haben die Grundlage gelegt für das Internet und die darauf aufbauenden plattformbasierten Geschäftsmodelle, von denen kein:e Grundlagenforscher:in etwas ahnen konnte. Evaluationen von Förderprogrammen der Vorlaufforschung am Fraunhofer ISI, wie zum Beispiel das österreichische Start/Wittgenstein-Programm oder der Robert Bosch Juniorprofessur, haben wiederholt gezeigt, welchen zeitverzögerten, oft unerwarteten Nutzenwert Vorlaufforschung hat, häufig weit über den ursprünglich angedachten Anwendungsbereich hinaus.

gesellschaftlichen Systemen zu stärken. Eine breite, öffentlich finanzierte Vorlaufforschung ist somit eine wichtige Ressource für die Entwicklung wissensbasierter Reaktionen auf Krisen.

Der oben genannte Grund für die Notwendigkeit staatlich finanzierter Vorlaufforschung – ihr öffentlicher Gut-Charakter – trifft in besonderem Maße auch auf die Vorlaufforschung zu Resilienz selbst zu. Im Vergleich zur Vorlaufforschung, die mit der offenen Erwartung auf Beiträge zu innovativen Lösungen unternommen wird und damit indirekt einen Beitrag zur Resilienz leistet, gibt es aber nur wenige Forschungsförderprogramme, die explizit auf die Steigerung der systemischen Resilienz abzielen. Dabei handelt es sich zum Beispiel bei der Resilienz von Infrastrukturen oder ganzen Gesellschaften um ein klassisches Gemeingut, bei dem es unter anderem aufgrund starker Anreize für »Free-riding« immer wieder zu Marktversagen kommt. Nicht zuletzt werden in vielen Fällen zu wenige Investitionen in Resilienz getätigt, da sich diese erst beim Eintritt eines Schockereignisses oder einer Krise bezahlt machen (die sogenannte Resilienz-Dividende, Fung und Helgeson 2017). Entsprechend stellt – analog zur Vorlaufforschung mit (offener) Innovationserwartung – die Stärkung systemischer Resilienz mittels eines langfristig orientierten Policy Mix zum Aufbau zweckoffener Ressourcen ein zunehmend wichtiges staatliches Handlungsfeld dar, unter anderem in den Bereichen Gesundheit und Bildung.

Schlussfolgerungen

Der vorliegende Policy Brief legt dar, wie Erkenntnisse, Konzepte, Methoden und Instrumente aus der Innovationsforschung und -politik zur Stärkung der Resilienz sozio-technischer Systeme beitragen können, da jeweils ähnliche Systemeigenschaften von besonderer Relevanz sind.

Der Policy Brief hat gezeigt, wie Erkenntnisse aus der Innovationsforschung einen Beitrag bei der Entwicklung von Politikmaßnahmen zur Förderung von Resilienz sozio-technischer Systeme leisten können. Im Gegensatz zur Stärkung der Resilienz ist die Innovationsförderung ein etabliertes Politikfeld. Ebenso hat die Innovationsforschung in den letzten Jahrzehnten eigenständige Konzepte, Methoden und Messinstrumente entwickelt, mit denen sie die Charakteristika für die Erhaltung der dynamischen Funktions- und Lösungsfähigkeit von Innovationssystemen herausarbeiten und klare Handlungsempfehlungen formulieren konnte. Diese Instrumente sind geeignet, die Herausbildung von lokalen Ressourcen zu unterstützen, Netzwerke und Beziehungen zu stärken, die strategische Intelligenz für Governance zu erhöhen sowie Antizipation und das Vorhalten von breiten Kompetenzressourcen zu fördern. Etablierte Ansätze aus der Innovationsforschung und darauf basierende Instrumente der Innovationspolitik zielen daher auf Systemeigenschaften, die auch im Kontext der Stärkung der Resilienz soziotechnischer Systeme relevant sind. Sie wirken sowohl auf die Adaptionsfähigkeit, als auch die Transformationsfähigkeit der Systeme zur Entstehung von Resilienz.

» Gleichzeitig bieten Erkenntnisse der Resilienzforschung wichtige Impulse für die Weiterentwicklung von Innovationssystemen

Gleichzeitig bieten umgekehrt die Erkenntnisse der Resilienzforschung ebenfalls einen wichtigen Impuls für die Weiterentwicklung von Innovationssystemen. Dies betrifft insbesondere die Komplexität und Vorhersagefähigkeit wichtiger technischer, ökologischer und sozialer Trends, von der viele gegenwärtige innovationspolitische Strategien ausgehen. Tatsächlich erscheint es fragwürdig, inwiefern sich die Entwicklung von Innovationssystemen und deren Kontextbedingungen über längere Zeiträume (in innovationspolitischen Strategien werden häufig Planungsräume von zehn bis zwanzig Jahren oder noch mehr angestrebt) präzise vorhersagen lassen. Damit ist nicht gemeint, dass es unter solchen Bedingungen unmöglich ist, langfristige Ziele abzuleiten und die Innovationspolitik darauf auszurichten, dies verdeutlicht schon allein das Ziel nach Klimaneutralität bis 2050. Vielmehr soll zweierlei zum Ausdruck gebracht werden: Erstens kann es zum heutigen Zeitpunkt keinen eindeutigen Masterplan zum Erreichen des Ziels geben, es werden immer Änderungen erforderlich sein. Zweitens kann zur Erreichung dieser Ziele gegebenenfalls die Änderung zentraler Verhaltensmuster erforderlich werden, was weit über das traditionelle Spektrum der Innovationspolitik hinausgeht. Geboten erscheinen vielmehr neue Ansätze der Innovationspolitik, die eine Zielerreichung auch unter schwer planbaren Umweltbedingungen realistisch erscheinen lassen und dabei auch mögliche negative Nebenwirkungen im Blick behält. In diese Richtung weisen auch neuere Ansätze der Innovationspolitik wie die von der OECD vorgeschlagene »Anticipatory Innovation Governance« (Tõnurist und Hanson 2020), welche sich mit der Resilienzforschung in der Anerkennung der fundamentalen Unsicherheit und Nicht-Steuerbarkeit komplexer sozio-technischer Systeme treffen, ohne den Anspruch einer Stärkung nachhaltiger Strukturen aufzugeben.

Insbesondere systemische Resilienzansätze betonen die Fähigkeit zur Selbstorganisation als eine wichtige Voraussetzung zur effektiven Verarbeitung von Umweltsignalen (unter anderem *weak signals*) sowie zur experimentellen Entwicklung von Anpassungsstrategien unter den Bedingungen von hoher Systemkomplexität und tiefer Unsicherheit (Carpenter et al. 2001). Innovationspolitik sucht ebenfalls immer stärker nach Instrumenten, die Experimente mit offenem Ausgang ermöglichen. Allerdings besteht hier der Anspruch, eine wünschenswerte Entwicklung zu erreichen. Insbesondere Ansätze der oben genannten missionsorientierten Innovationspolitik setzen eine hohe systemische Steuerungsfähigkeit voraus. Zwar können die Ziele dieser missionsorientierten Innovationspolitik (MOIP) prinzipiell auch in dezentral organisierten Strukturen identifiziert und ausgehandelt werden (beispielsweise durch die Einbindung einer breiten Basis an Stakeholdergruppen), in der politischen Realität handelt es sich jedoch in der Mehrzahl sowohl beim Missionsdesign als bei der Missionsimplementierung zumeist um stark zentral gesteuerte Prozesse. Gegenwärtig gibt es erst wenige Ansätze, die geeignet erscheinen, das Prinzip der Selbstorganisation stärker in die MOIP zu integrieren. Vielversprechend erscheinen in diesem Kontext insbesondere Instrumente zur Förderung von Experimentierräumen wie Transformationslaboren und Reallaboren, die eine dezentrale Erarbeitung von kreativen und innovativen Lösungsansätzen für große gesellschaftspolitische Missionen unterstützen können. Solche Freiräume für experimentelle Lern- und Innovationsprozesse können insbesondere in Krisensituationen wie der aktuellen Pandemie eine wertvolle Ressource darstellen, um sich schnell an neue Herausforderungen anzupassen und die systemische Leistungsfähigkeit rasch wiederherzustellen und langfristig zu sichern (Paunov und Planes-Satorra 2021). Gleichwohl bedarf es eines gewissen Maßes an politischer Steuerung und Koordination, um solche Experimentierräume überhaupt erst zu etablieren und ihre Ergebnisse zusammenzuführen und zu bewerten. Damit zeigt sich, wie eng Innovation und Resilienz Hand in Hand gehen und sich gegenseitig bedingen, aber auch, dass beide Ziele langfristig und strategisch gefördert werden müssen.

» Es gibt erst wenige Ansätze, die geeignet erscheinen, das Prinzip der Selbstorganisation stärker in die Missionsorientierte Innovationspolitik zu integrieren.

Literatur

Altherr, L. C., Brötz, N., Dietrich, I., Gally, T., Geßner, F., Kloberdanz, H., et al. (2018): Resilience in Mechanical Engineering - A Concept for Controlling Uncertainty during Design, Production and Usage Phase of Load-Carrying Structures. Applied Mechanics and Materials, 885, 187–198.

Arrow, K. J. (1962): Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention. In N. B. o. E. Research (Ed.), The Rate and Direction of Inventive Activity (pp. 609–626). Princeton University Press.

Barca, F. (2009): An Agenda for a Reformed Cohesion Policy: a place-based approach to meeting European Union challenges and expectations. Brussels.

Boschma, R. (2015): Towards an Evolutionary Perspective on Regional Resilience. Regional Studies, 49(5), 733–751.

Braczyk, H. J., Cooke, P., & Heidenreich, M. (1998): Regional Innovation Systems: The Role of Governances in a Globalized World. London: UCL Press.

Breitlinger, J.C., Edler, J., Jackwerth-Rice, T., Lindner, R., Schraad-Tischer, D. (2021): Innovation for Transformation – Wie die Verbindung von Innovationsförderung und gesellschaftlicher Problemlösung gelingen kann. Ergebnispapier 1, Bertelsmann Stiftung. https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/ccp/2021/Studie_NW_Good-Practice-Beispiele_fuer_missionsorientierte_Innovationsstrategien_und_ihre_Umsetzung_2021.pdf

Bruneau, M., Chang, S. E., Eguchi, R. T., Lee, G. C., O'Rourke, T. D., Reinhorn, A. M., et al. (2003): A Framework to Quantitatively Assess and Enhance the Seismic Resilience of Communities. Earthquake Spectra, 19(4), 733–752.

Carpenter, S., Walker, B., Anderies, J. M., & Abel, N. (2001): From Metaphor to Measurement: Resilience of What to What? Ecosystems, 4(8), 765–781.

Cooke, P. (2009): Regionale Innovationssysteme, Cluster und die Wissensökonomie. In B. Blättel-Mink & A. Ebner (Eds.), Innovationssysteme: Technologie, Institutionen und die Dynamik der Wettbewerbsfähigkeit (pp. 87–116). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Daimer, S., Hufnagl, M., & Warnke, P. (2012): Challenge-oriented policy-making and innovation systems theory: reconsidering systemic instruments. In Fraunhofer ISI (Ed.), Innovation system revisited. Experiences from 40 years of Fraunhofer ISI research. Stuttgart, Karlsruhe: Fraunhofer-Verlag; Fraunhofer ISI.

Foray, D. (2014): From smart specialisation to smart specialisation policy. European Journal of Innovation Management, 17(4), 492–507.

Garcia Martinez, M., Zouaghi, F., & Garcia Marco, T. (2017): Diversity is strategy: the effect of R&D team diversity on innovative performance. R&D Management, 47(2), 311–329.

Graaf, d., Rinnooy Kan, A., & Molenaar, H. (2017): The Dutch National Research Agenda in Perspective. A Reflection on Research and Science Policy in Practice: Amsterdam University Press.

Hynes, W., Trump, B., Love, P., & Linkov, I. (2020): Bouncing forward: a resilience approach to dealing with COVID-19 and future systemic shocks. Environment systems & decisions, 1–11.

Koch, A., & Stahlecker, T. (2006): Regional innovation systems and the foundation of knowledge intensive business services. A comparative study in Bremen, Munich, and Stuttgart, Germany. European Planning Studies, 14(2), 123–146.

Koschatzky, K., & Stahlecker, T. (Eds.) (2019): Book Series »Innovation Potentials«. Innovation-based regional change in Europe: Chances, risks and policy implications. Stuttgart: Fraunhofer Verlag.

Kuhlmann, S., Boekholt, P., Guy, K., Heraud, J.-A., Laredo, P., Lemola, T., et al. (1999): Improving distributed intelligence in complex innovation systems: Final report of the Advanced Science & Technology Policy Planning Network (ASTPP). A Thematic Network of the European Targeted Socio-Economic Research Programme (TSER). Karlsruhe: Fraunhofer ISI, from http://publica.fraunhofer.de/documents/N-55510.html.

Lindner, R., Edler, J., Hufnagl, M., Kimpeler, S., Kroll, H. Roth, F., Wittmann, F., Yorulmaz, M. (2021): Missionsorientierte Innovationspolitik. Von der Ambition zur erfolgreichen Umsetzung. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.

Lorenz, D. F. (2013): The diversity of resilience: contributions from a social science perspective. Natural Hazards, 67(1), 7–24.

Martin, B.R., & Nightingale, P. (Eds.) (2000): International library of critical writings in economics: Vol. 116. The political economy of science, technology and innovation. Cheltenham: Edward Elgar.

Mazzucato, M. (2018): Mission-oriented innovation policies: challenges and opportunities. Industrial and Corporate Change, 27(5), 803–815.

Mazzucato, M. (2021): Mission Economics: A moonshot guide to changing capitalism. [S.l.]: HARPERBUSINESS.

Miller, R. (Ed.) (2018): Transforming the future: Anticipation in the 21st century. London, New York: Routledge Taylor & Francis Group.

Nelson, R. R. (1959): The Simple Economics of Basic Scientific Research. Journal of Political Economy, 67(3), 297–306.

Niessen, P. (2021): Identifikation von Resilienzindikatoren in produzierenden klein- und mittelständischen Unternehmen. Darmstadt: Technische Universität Darmstadt.

Patel, S.S., Rogers, M. B., Amlôt, R., & Rubin, G. J. (2017): What Do We Mean by »Community Resilience«? A Systematic Literature Review of How It Is Defined in the Literature. PLoS currents, 9, ecurrents.dis.db775aff25efc5ac4f0660ad9c9f7db2, from https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29188132.

Paunov, C., & Planes-Satorra, S. (2021): Science, technology and innovation in the time of COVID-19. OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 99, OECD Publishing, Paris, from https://doi.org/10.1787/234a00e5-en.

Peneder, M. (2008): The problem of private under-investment in innovation: A policy mind map. Technovation, 28(8), 518–530.

Roth, F., Hiller, D., Edler, J., Hiermaier, S., Arlinghaus, J., Clausen, U. (2021): Resilienz. Ein Fraunhofer-Konzept für die Anwendung. https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/forschung/artikel/2020/Corona-Chancen/Resilienz-Fraunhofer-Konzept.pdf

Smits, R., & Kuhlmann, S. (2004): The rise of systemic instruments in innovation policy. International Journal of Foresight and Innovation Policy, 1(1/2), 4.

Stokes, D. E. (1997): Pasteur's quadrant: Basic science and technological innovation. Washington D.C.: Brookings Institution Press.

Stone-Jovicich, S. (2015): Probing the interfaces between the social sciences and social-ecological resilience: Insights from integrative and hybrid perspectives in the social sciences. Ecology and Society, 20(2), from http://www.jstor.org/stable/26270217.

Tõnurist, P., & Hanson, A. (2020): Anticipatory innovation governance: Shaping the future through proactive policy making, (OECD Working Papers on Public Governance No. 44), from https://ideas.repec.org/p/oec/govaaa/44-en.html.

Walker, B. H. (2020): Resilience: what it is and is not. Ecology & Society, 25(2).

Warnke, P., Koschatzky, K., Dönitz, E., Zenker, A., Stahlecker, T., Som, O., Cuhls, K., & Güth, S. (2016): Opening up the innovation system framework towards new actors and institutions (Fraunhofer ISI Discussion Papers Innovation Systems and Policy Analysis No. 49). Karlsruhe. Retrieved September 18, 2020, from https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cci/innovation-systems-policy-analysis/2016/discussionpaper_49_2016.pdf.

Warnke, P., & Schirrmeister, E. (2016): Small seeds for grand challenges – Exploring disregarded seeds of change in a foresight process for RTI policy. Futures, 77, 1–10.

Impressum

Fraunhofer-Institut
für System- und Innovationsforschung ISI
Breslauer Straße 48
76139 Karlsruhe

Kontakt
Dr. Florian Roth
Competence Center
Politik und Gesellschaft
Telefon +49 721 6809-537
florian.roth@isi.fraunhofer.de

Autor:innen
Florian Roth
Philine Warnke
Pia Niessen
Jakob Edler

Grafische Gestaltung
Sabine Wurst

Bildnachweise
- shutterstock.com/Nattapol_Sritongcom
- shutterstock.com/melitas
- shutterstock.com/MJgraphics
- shutterstock.com/Nubefy
- shutterstock.com/Teeradej
- shutterstock.com/DASHADD

© Fraunhofer ISI
Karlsruhe 2021

Druck
Kern GmbH, 66450 Bexbach

Dieser Policy Brief wurde klimaneutral produziert.

Gedruckt auf 100% Recycling-Papier
Circleoffset Premium White

Klimaneutral
Druckprodukt
ClimatePartner.com/11531-2106-1083

Das Fraunhofer ISI

Das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI analysiert Entstehung und Auswirkungen von Innovationen. Wir erforschen die kurz- und langfristigen Entwicklungen von Innovationsprozessen und die gesellschaftlichen Auswirkungen neuer Technologien und Dienstleistungen. Auf dieser Grundlage stellen wir unseren Auftraggebern aus Wirtschaft, Politik und Wissenschaft Handlungsempfehlungen und Perspektiven für wichtige Entscheidungen zur Verfügung. Unsere Expertise liegt in der fundierten wissenschaftlichen Kompetenz sowie einem interdisziplinären und systemischen Forschungsansatz.