

Marion A. Weissenberger-Eibl

Innovationsforschung – ein systemischer Ansatz

Merkmale, Methoden und Herausforderungen

1. Ein ganzheitliches Innovationsverständnis

Innovationen sind kein Selbstzweck. Eine verbreitete Unklarheit in Bezug auf Innovationen ist die Frage, wann wir eigentlich von Innovationen sprechen können. Der Vater der modernen Innovationsforschung, Joseph Schumpeter, definierte Innovationen als die Durchsetzung technischer oder organisatorischer Neuerungen oder neuer Kombinationen, die zu wirtschaftlicher Entwicklung führen. Ganz wichtig ist hier der Aspekt der Durchsetzung. Innovationen beschränken sich nicht auf die Erfindung, auf die Invention. Von Innovationen sprechen wir erst dann, wenn diese sich auf dem Markt durchgesetzt haben.

Der Grad einer Innovation kann dabei unterschiedlich sein. Eine wesentliche Unterscheidung ist die zwischen inkrementellen und radikalen Innovationen. Eine inkrementelle Innovation ist eine Verbesserung eines bereits bestehenden Ansatzes, beispielsweise durch Ergänzung weiterer Funktionen oder der Steigerung der Energieeffizienz. Eine radikale Innovation stellt hingegen einen neuartigen Ansatz dar. Dies liegt beispielsweise vor, wenn wir die Energieerzeugung von fossilen Energieträgern auf erneuerbare Energien umstellen.

Letzteres Beispiel und die Diskussion der Energiewende zeigen, dass vielfach Einigkeit darin besteht, dass zur Adressierung globaler und gesellschaftlicher Herausforderungen neue Wege und Ansätze notwendig sind. Herausragende Beispiele dafür sind der Klimawandel oder die drohende Verknappung von Ressourcen. In diesem Zusammenhang werden Technologien zur nachhaltigen Energieproduktion oder zur Steigerung der Energieeffizienz diskutiert und entwickelt. Aber auch alternative Verhaltensweisen können ein probates Mittel sein. Bei knappen Ressourcen ist zu überlegen, wie ihr Verbrauch reduziert oder sie vollständig substituiert werden können.

Andere Herausforderungen sind gesellschaftlicher Natur – wie der demografische Wandel. Hier stellt sich die Frage, wie wir das Leben und Zusammenleben in einer alternden Gesellschaft gestalten und organisieren. Dabei geht es nicht nur beispielsweise um Assistenzsysteme, sondern auch um die Gestaltung von Arbeit im Alter.

Heute zielen wir nicht mehr nur auf die Beantwortung isolierter Fragestellungen durch einzelne Lösungen. Vielmehr stehen wir vor der Aufgabe, ganze sozio-technische Systeme zu transformieren, etwa das Energie- oder das Gesundheitssystem. Hier sind nicht nur technische Herausforderungen zu meistern, sondern auch organisatorische und das Zusammenspiel der beteiligten Akteure. Nicht zuletzt haben Innovationen auch eine herausragende ökonomische Bedeutung. Deutschland und Europa können sich im Wettbewerb nicht über Kostenvorteile positionieren. Wir sind vielmehr darauf angewiesen, durch neue Produkte und Dienstleistungen Wertschöpfung zu betreiben.

Neben dieser potenzialorientierten Perspektive werden aber auch unter Verweis auf bestehende Defizite die Notwendigkeit von Innovationen hervorgehoben und ihre ungewissen Konsequenzen betont. Die angesprochenen Herausforderungen erfordern zunehmend die Entwicklung umfassender Lösungen oder eben Innovationen, die über bisherige Ansätze hinausgehen. Vor dieser Herausforderung stehen nicht nur die Akteure des Innovationsgeschehens, die aktiv Innovationen entwickeln und vorantreiben. Diese Herausforderung betrifft ebenso die Innovationsforschung, die in ihrer wissenschaftsorientierten Ausprägung die Voraussetzungen, Entstehungsprozesse und Auswirkungen von Konsequenzen beschreibt und in ihrer anwendungsorientierten Ausprägung dieses Wissen zur Gestaltung von Innovationsprozessen operationalisiert und den Akteuren des Innovationsgeschehens zur Verfügung stellt.

Die Innovationsforschung findet an Nahtstellen unterschiedlicher Fachdisziplinen statt und ihre Gegenstände beziehen sich auf Prozesse, Produkte, Strukturen und Systeme. Interdisziplinarität und transdisziplinäre Herangehensweisen prägen die Innovationsforschung. Hierfür werden Methoden aus unterschiedlichen Disziplinen weiterentwickelt, die es erlauben, ihren Gegenständen gerecht zu werden. Der folgende Beitrag stellt den systemischen Ansatz der Innovationsforschung dar, wie ihn das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI in den vergangenen Jahrzehnten entwickelt hat und heute anwendet. Nach einer Skizzierung der wesentlichen Merkmale einer systemischen Innovationsforschung werden methodische Ansätze und Konzepte vorgestellt. Nach einer Betrachtung beispielhafter Anwendungskontexte der Innovationsforschung werden abschließend Herausforderungen für ihre Weiterentwicklung aufgezeigt.

2. Innovationssysteme und Systeminnovationen als Nukleus systemischer Erforschung von Innovationen

Ein systemischer Ansatz in der Innovationsforschung integriert unterschiedliche Disziplinen und Methoden. Das bedeutet, dass wirtschaftliche, soziale, politische, ökologische und gesellschaftliche Aspekte der jeweiligen Gegenstände durch die Kombination von Kenntnissen über Technologien sowie über Akteure, Strukturen und kulturelle Rahmenbedingungen verknüpft werden.

Kernstück des systemischen Ansatzes, wie er im Fraunhofer ISI praktiziert wird, sind die Beschäftigung mit Innovationssystemen und Systeminnovationen sowie die Verschränkung dieser Perspektiven (vgl. Abb. 1). Auf der einen Seite werden die Rahmenbedingungen für Innovationen und die Interaktionen zwischen den verschiedenen Institutionen und Akteuren auf unterschiedlichen Ebenen in Innovationssystemen betrachtet (vgl. Abb. 2).¹ Auf der anderen Seite werden die Voraussetzungen und Pfade für die Realisierung von Systeminnovationen beleuchtet. Erst die Integration beider Perspektiven erlaubt die Identifizierung von Handlungsoptionen sowie eine realistische Abschätzung ihrer Konsequenzen.



Abb. 1: Systemischer Ansatz der Innovationsforschung des Fraunhofer ISI. Quelle: Fraunhofer ISI.

¹ Vgl. Knut Koschatzky, »Fraunhofer ISI's Systemic Research Perspective in the Context of Innovation Systems«, in Fraunhofer Institute of Systems and Innovation Research ISI (Hg.), *Innovation System Revisited. Experiences from 40 Years of Fraunhofer ISI Research*, Stuttgart 2012, S. 1–24.

Die Innovationsforschung greift hierfür auf eine Vielzahl theoretischer und methodischer Ansätze zurück, um ein komplexes Wissen zu erzeugen.² Grundlegend für den systemischen Ansatz der Innovationsforschung sind:

- Ein Verständnis nationaler, regionaler, sektoraler und technologischer Innovationssysteme, auf dessen Grundlage alle Ebenen (Einzelakteur, Organisationseinheiten, Branchenebene, gesamtwirtschaftliche Ebene) durchgängig analysiert werden können.
- Eine empirische Fundierung durch qualitative und quantitative Datenerhebungs- und Analysemethoden einschließlich der Fähigkeit, Daten aus unterschiedlichen Quellen lösungsorientiert zusammenzuführen, unterschiedliche Untersuchungsebenen zu verknüpfen und mit dem tiefgehenden Verständnis des jeweiligen Analysegegenstands in Beziehung zu setzen. Ergänzt wird dies durch die Fähigkeit zur Modellierung komplexer Systeme.
- Das empirisch fundierte Innovationssystemverständnis und die Beherrschung mehrdimensionaler Bewertungsverfahren, die zur integrativen Bewertung komplexer Sachverhalte anhand technologischer, sozio-ökonomischer, ökologischer und gesellschaftlicher Kriterien befähigen.
- Auf dieser Grundlage ist eine aktive Auseinandersetzung mit möglichen sowie erwünschten zukünftigen Entwicklungen möglich. Das daraus ableitbare Wissen über interne und externe Entwicklungspotenziale sowie Herausforderungen führt dazu, dass Akteure bewusst mit möglichen Zukunftsentwicklungen und ihren damit zusammenhängenden Gestaltungsmöglichkeiten umgehen.
- Im Ergebnis können für Entscheider aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft Analysen und Handlungsempfehlungen zur Verfügung gestellt werden. Die Passfähigkeit dieser Empfehlungen wird durch ausgeprägtes Prozesswissen über politisch-administrative Entscheidungsabläufe sowie einer adressatengerechten Kommunikation und Ergebnisaufbereitung unterstützt.

Die Perspektive der Innovationssysteme geht nicht von den einzelnen Innovationen aus, sondern von den Akteuren, institutionellen Strukturen und Rahmenbedingungen, innerhalb derer Innovationen entstehen. Beim Innovationssystemansatz handelt es sich um eine Heuristik, mit deren Hilfe die Interaktionen zwischen verschiedenen Akteuren und Institutionen nachvollzogen werden können.

² Zu komplexem Wissen vgl. Marion A. Weissenberger-Eibl und Daniel J. Koch, *Innovation – Technologie – Entrepreneurship. Gestaltung der frühen Phase des Innovationsprozesses*, Karlsruhe 2013, S. 90 f.

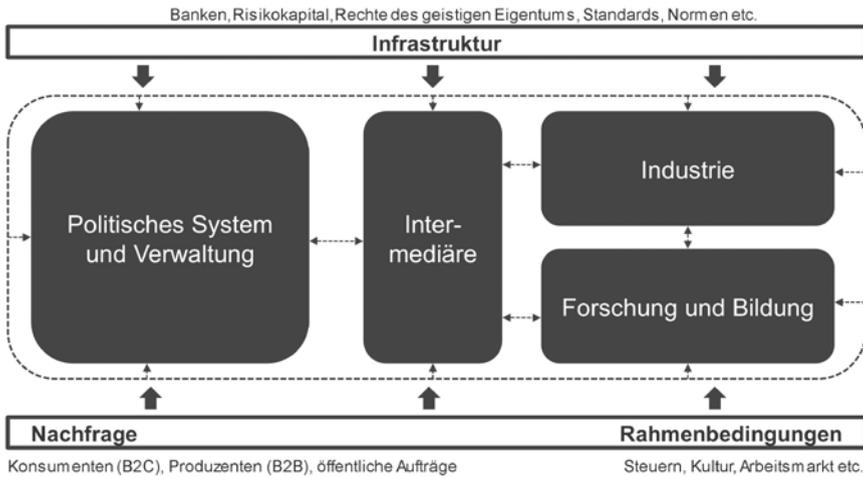


Abb. 2: Innovationssystemansatz. Quelle: Fraunhofer ISI, vgl. basierend auf Stefan Kuhlmann und Erik Arnold, *RCN in the Norwegian Research an Innovation Systems. Synthesis Report in the Evaluation of the Research Council of Norway*, Karlsruhe 2001, S. 2.

Die relevanten Akteure sind Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und dazwischengeschaltete Intermediäre. Diese schematische Darstellung ließe sich beliebig verfeinern, je nach Fragestellung: politische Akteure auf unterschiedlichen Ebenen, Unternehmen und Verbände aus unterschiedlichen Branchen oder wissenschaftliche Akteure mit unterschiedlichem Fokus, wie Hochschulen oder außeruniversitäre Forschung. Hinzu kommen die Rahmenbedingungen wie rechtlich-politische Regelungen, die zur Verfügung stehenden Infrastrukturen oder auch marktseitig die Nachfrage. Der Innovationssystemansatz beruht auf der Annahme, dass zahlreiche Akteure und Faktoren einen direkten oder indirekten Einfluss auf den Innovationserfolg haben. Die Heuristik kann auf ganz unterschiedliche Innovationssysteme angewendet werden: auf nationale oder regionale, auf sektorale und branchenbezogene oder auf technologische.³

Diese Heuristik erleichtert auch die Analyse der Voraussetzungen und möglichen Entwicklungspfade von Systeminnovationen. Wir sprechen von Systeminnovationen, wenn mit ihnen nicht mehr Insellösungen für einzelne Probleme adressiert werden, beispielsweise bei der Entwicklung alternativer Mobilitätskonzepte oder der Umstellung der Energieversorgung. Vielmehr verfolgen Systeminnovationen das Ziel, ganze sozio-technische Systeme zu transformie-

³ Zu nationalen Innovationssystemen vgl. Marion A. Weissenberger-Eibl und Daniel J. Koch, *Innovationssysteme in Mittel- und Osteuropa. Akteure, Aktionsfelder, Länderprofile*, Kassel 2007, S. 15–32.

ren. Sie sind geprägt durch Langzeittransitionsprozesse, Multiakteursprozesse und ein hohes Maß an Unsicherheiten, das Lernprozesse in Innovationsystemen ebenso wie die Bildung neuer Akteursnetzwerke erfordert.⁴ Die Analyse und Begleitung von Systemtransformationen und Transitionsprozessen setzt die Einbeziehung der maßgeblichen Voraussetzungen und möglichen Umsetzungspfade voraus. Dazu sind neben Kenntnissen zu wesentlichen Elementen von Innovationsystemen, deren gegenseitigen Abhängigkeiten und Transformationspotenzialen auch solide Kenntnisse zu den Ressourcen, Technologien, Infrastrukturen, Geschäftsmodellen, Akteuren und Branchen samt der Verknüpfung von *Technology Push*- und *Demand Pull*-Faktoren erforderlich.⁵

3. Ansätze und Methoden der systemischen Innovationsforschung

Der systemische Charakter der Innovationsforschung wird deutlich anhand der konkreten Ansätze und Verfahren. Im Folgenden werden ausgewählte Ansätze beschrieben, die zentral für eine systemische Innovationsforschung sind. Diese stellen sich teils als eigenständige Verfahren dar, teils als ausgefeilte Kombinationen mehrerer Methoden. Da in der Praxis der angewandten Innovationsforschung keine Standardverfahren und keine standardisierten Methodenkombinationen zur Anwendung kommen, werden die ausgewählten Ansätze anhand von konkreten Projektbeispielen illustriert.

4 Vgl. Frank W. Geels, *Technological Transitions and System Innovations: a Co-Evolutionary and Socio-Technical Analysis*, Cheltenham, UK/Northampton, Mass. 2005, S. 2.

5 Zur Weiterentwicklung im Sinne einer Dynamisierung der klassischen Heuristik des Innovationssystemansatzes vgl.:

http://www.isi.fraunhofer.de/isi-wAssets/docs/p/de/diskpap_innosysteme_policyanalyse/discussionpaper_49_2016.pdf,

http://www.isi.fraunhofer.de/isi-wAssets/docs/p/de/diskpap_innosysteme_policyanalyse/discussionpaper_48_2016.pdf,

http://www.isi.fraunhofer.de/isi-wAssets/docs/p/de/diskpap_innosysteme_policyanalyse/discussionpaper_51_2016.pdf,

http://www.isi.fraunhofer.de/isi-wAssets/docs/p/de/diskpap_innosysteme_policyanalyse/discussionpaper_50_2016.pdf,

http://www.isi.fraunhofer.de/isi-wAssets/docs/p/de/diskpap_innosysteme_policyanalyse/discussionpaper_52_2016.pdf.

3.1 Innovationsindikatorik

Als empirische Forschung ist die Innovationsforschung auf ein belastbares Fundament empirischer Daten angewiesen. Die Innovationsforschung steht aber vor der Herausforderung, dass ihre Untersuchungsbereiche und die von ihr beleuchteten Prozesse oftmals nicht direkt beobachtbar sind. Dies gilt schon auf der Ebene beschreibbarer Phänomene und erst recht dann, wenn Zusammenhänge und Kausalitäten hergestellt werden sollen. Konzepte wie Wettbewerbs- oder Innovationsfähigkeit sind in sich schon so komplex und multidimensional im Sinne der Verknüpfung ganz unterschiedlicher Faktoren, dass ihre Beschreibung und Analyse Instrumente voraussetzt, die diese Komplexität handhabbar und abbildbar machen. Dieser Aufgabe stellt sich die Innovationsindikatorik.

Zur Beschreibung und Analyse von Innovationssystemen und zur Beurteilung ihrer Wettbewerbsfähigkeit sind zahlreiche Faktoren und ihre verschiedenen Dimensionen in Betracht zu ziehen. Einige Aspekte erlauben ausschließlich einen qualitativen Zugang, andere einen quantitativen. Die Innovationsindikatorik geht dabei über statistische Verfahren hinaus. Im Sinne der systemischen Innovationsforschung wählt sie einen multidisziplinären Zugang, der ebenso natur- und ingenieurwissenschaftliches Wissen voraussetzt, wie auch ein tief gehendes Verständnis der untersuchten Prozesse und Systeme verlangt.

Zur Messung von Phänomenen, die sich nicht direkt messen lassen, werden Indikatoren und Stellvertretervariablen herangezogen, von denen man empirisch belegen konnte, dass sie in einem engen Zusammenhang mit den untersuchten Phänomenen stehen. Spezialisierte Innovationsindikatoren erlauben es, beispielsweise Innovationspotenziale, technologische Leistungsfähigkeit oder mögliche zukünftige technologische Entwicklungen einzuschätzen.

Das Spektrum der eingesetzten Indikatoren reicht von Ressourcenindikatoren (*Input*), über FuE-Ertragsindikatoren (*Throughput*) bis hin zu Fortschrittsindikatoren (*Output*). Es werden beispielsweise die Ausgaben für Forschung und Entwicklung, der Einsatz von qualifiziertem Personal, Wirtschaftsstrukturen oder auch Außenhandelsdaten analysiert. Dazu werden Wissenschafts- und Technologieindikatoren wie wissenschaftliche Publikationen (Bibliometrie) herangezogen, deren Analyse eine Einschätzung über die Qualität und die Wettbewerbsfähigkeit von öffentlichen Forschungssystemen geben kann (Performancemessung). Die Analyse von Patentanmeldungen, die einen Indikator für Forschungs- und Entwicklungserfolge darstellen, erlauben einen indirekten Blick in die (statistische) Zukunft, da sie gleichzeitig als *Input* für nachfolgende Prozesse wie beispielsweise Produktion, Beschäftigung oder Außenhandel interpretiert werden können. Die Bandbreite möglicher Themen

reicht von internationalen und sektoralen Wettbewerbsanalysen über Analysen der Performance des Wissenschaftssystems bis hin zu Fragen der Verteilung und Nutzung geistiger Eigentumsrechte.

Beispiel 1: Innovationsindikator des Bundesverbands der Deutschen Industrie (BDI) und der Deutschen Telekom Stiftung

Ein Beispiel für die Nutzung von Innovationsindikatoren ist der Innovationsindikator,⁶ den das Fraunhofer ISI jährlich im Auftrag des Bundesverbands der Deutschen Industrie (BDI) und der Deutschen Telekom Stiftung erstellt. Er dient dem Vergleich der Innovationsfähigkeit Deutschlands mit den wichtigsten Industriestaaten weltweit.



Abb. 3: *Innovationsindikator 2014*, http://bdi.eu/media/presse/publikationen/forschung-technik-und-innovation/Innovationsindikator_2014.pdf (16.10.2016).

Die Erstellung des Länderrankings beruht auf dem Vergleich wichtiger Subsysteme. Dazu verwendet der Innovationsindikator sogenannte Kompositindikatoren, in denen Einzelindikatoren zu einem Gesamtwert aggregiert werden. Die betrachteten Subsysteme sind Wissenschaft, Wirtschaft, Politik, Bildung und Gesellschaft.

Ausgangspunkt des Ansatzes ist der Innovationssystemansatz. Dabei handelt es sich um eine Heuristik, die es erlaubt, Prozesse zwischen den verschiedenen Akteuren in Innovationssystemen – Wirtschaft, Wissenschaft oder Politik – zu untersuchen. Um die Wirkungsrichtungen und die Wirkungszusammenhänge

⁶ Vgl. Rainer Frietsch, Christian Rammer und Torben Schubert, *Innovationsindikator 2014*, Bonn/Berlin 2014.

der unterschiedlichen Indikatoren, die zur Abbildung des Innovationssystems herangezogen werden, zu bestimmen, ist ein ökonomisches Modell notwendig, das operationalisiert und empirisch überprüft werden kann.

Das Modell unterscheidet zwischen Input-, Output- und auch Strukturgrößen und erlaubt eine Zuordnung der einzelnen Indikatoren. Auf Basis dieses Modells können relevante Indikatoren identifiziert und deren kausale Zusammenhänge ökonometrisch analysiert werden. Damit wird es möglich, direkte Zusammenhänge etwa zwischen politischen Maßnahmen und möglichen Effekten herzustellen.

Zusätzlich kann auch die Zeitlichkeit der Wirkungen von Input auf den Output empirisch bestimmt werden, um so die Dynamik des Innovationssystems erfassen zu können. Einige Maßnahmen zeigen schnell Ergebnisse, andere – etwa im Bildungssektor – benötigen einen längeren Vorlauf. Es ist beispielsweise bekannt, dass Investitionen in Bildung sich mit einer Verzögerung von circa neun Jahren im Innovationsoutput niederschlagen. Verstärkt ein Land hier seine Investitionen, kann abgeschätzt werden, wann sich dies in welchem Maße auswirken wird.

3.2 Wissenschaftlich fundierte Zukunftsforschung

Während eine retrospektive Betrachtung von Innovationsprozessen wertvolle Hinweise auf ihre Funktionsweisen geben kann, ist eine anwendungsorientierte Innovationsforschung per definitionem auf Zukunftsfragen ausgerichtet. Ansätze aus der Zukunftsforschung sind daher für sie zentral.

Akteure in Wirtschaft und Politik stehen vor der Aufgabe, ihr heutiges Handeln an zukünftigen Herausforderungen auszurichten. Die Zukunft ist aber per se unsicher. Die wissenschaftlich fundierte Zukunftsforschung zielt daher darauf, den Umgang mit Unsicherheit und eine Beschäftigung mit möglichen Zukünften – im Plural – zu unterstützen. Auf dieser Grundlage können Zukunftsstrategien abgeleitet werden. Diese müssen jedoch immer berücksichtigen, welche Freiheitsgrade der Adressat hat. Worauf kann er Einfluss nehmen und worauf nicht?

Bei der Untersuchung möglicher Entwicklungen multifaktorieller Gegenstände nimmt mit dem Herausschieben des betrachteten Zeithorizonts die Unsicherheit zu. Der Zukunftsforschung kommt daher die Aufgabe zu, mit ihren Methoden die möglichen Zusammenhänge und Wechselwirkungen derart handhabbar zu machen, dass die Ergebnisse nicht nur plausible Entwicklungen beschreiben, sondern diese auch als handlungsleitendes Orientierungswissen dienen können.

Bei Vorausschau-Aktivitäten oder kurz *Foresight* handelt es sich um eine strukturierte Auseinandersetzung mit komplexen Zukünften. Dies beinhaltet im Idealfall die Integration einer Vielfalt von Perspektiven, um blinde Flecken aufdecken zu können, die aktive Einbindung relevanter *Stakeholder*, die Beachtung von Wechselwirkungen zwischen unterschiedlichen Faktoren und Trends sowie ein Denken in Alternativen.

Eine aktive Auseinandersetzung der Akteure mit möglichen sowie erwünschten zukünftigen Entwicklungen stärkt die Wissensbasis für Entscheidungsträger. Zukunftsentwürfe werden dazu genutzt, Gestaltungsoptionen auszuloten und robuste Handlungsstrategien unter Berücksichtigung der gegebenen Freiheitsgrade zu entwickeln. Das Entwerfen alternativer Zukünfte mit und für die Akteure erfüllt die wichtige Funktion der Sensibilisierung für die Dynamik des Wandels und den bewussten Umgang mit Unsicherheit bei strategischen Entscheidungen.

Die alternativen Zukunftsentwürfe beinhalten Elemente, die durch Modellierung sowie durch die Vorstellungskraft unterschiedlicher Personen oder Personengruppen in Form von Texten (*Storytelling*), Diagrammen und Bildern, auch audiovisuell, entwickelt werden. Sie zeichnen sich durch die Akteurs-einbindung, ein methodisch nachvollziehbares, transparentes Vorgehen, die Dokumentation getroffener Annahmen und Wirkungszusammenhänge sowie eine Konsistenz- und Plausibilitätsüberprüfung aus und sind damit weit entfernt von Prognosen, Utopien und Science Fiction.

Ausgangspunkt für die Entwicklung von Zukunftsentwürfen ist die Beschreibung möglicher Veränderungen im Umfeld der Akteure. Das daraus ableitbare Wissen über interne und externe Entwicklungspotenziale sowie Herausforderungen aktiviert Akteure zum bewussten Umgang mit möglichen Zukunftsentwicklungen (Kontingenz) und setzt diese in konkreten Bezug zu den eigenen Gestaltungsoptionen (Kontextualisierung). Die wissenschaftlich fundierte Zukunftsforschung nutzt dazu eine Reihe von Methoden und Verfahren, die an unterschiedlichen Phasen von Gestaltungs- und Innovationsprozessen ansetzen, von der Entwicklung von Visionen über die Beschreibung von Szenarien bis hin zur Planung von Umsetzungsschritten mithilfe von *Roadmaps*.⁷

7 Für eine Übersicht der zahlreichen Methoden vgl. Kerstin Cuhls, *Methoden der Technikvorausschau – eine internationale Übersicht*, Stuttgart 2008. Vgl. zu Roadmapping: Marion Weissenberger-Eibl, Jan Radicke und Florian Kugler, »Map-Set: Roadmapping und Netzwerkanalyse«, in T. Piller Frank und Dennis Hilgers (Hg.), *Praxishandbuch Technologietransfer – Innovative Methoden zum Transfer wissenschaftlicher Ergebnisse in die industrielle Anwendung*, Düsseldorf 2013, S. 147–164.

Beispiel 2: Der Foresight-Prozess

Ein Beispiel für die Zukunftsforschung am Fraunhofer ISI ist der Foresight-Prozess, den das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) seit 2007 in mehreren Zyklen durchführt. Die Forschungs- und Innovationspolitik steht vor der Herausforderung, ihre Mittel effizient und zielgerichtet einzusetzen. Sie muss dazu in der Lage sein, erfolgsversprechende Themen und Forschungsfelder bereits frühzeitig zu identifizieren. Der Foresight-Prozess dient diesem Zweck.



Abb. 4: Ergebnisband 1 zur Suchphase von BMBF-Foresight-Zyklus II, http://www.vditz.de/fileadmin/media/VDI_Band_100_C1.pdf (16.10.2016).

Während sich die Forschungspolitik in früheren Jahren stärker an technologischen Trends orientiert und daran ihre Schwerpunkte ausgerichtet hat, hat sie in den vergangenen Jahren einen Perspektivenwechsel vollzogen. Heute stehen gesellschaftliche Anforderungen im Vordergrund, die mit den Potenzialen aus Forschung und Technologie abgeglichen werden. Erst aus der Zusammenschau von Bedarfen und Angeboten werden die konkreten Forschungs- und Innovationsbedarfe abgeleitet, die dann wiederum Grundlage der Ausrichtung der Innovationspolitik sind.

Mit einem Zeithorizont von bis zu 15 Jahren ist BMBF-Foresight ein strategisches Instrument zur langfristigen Vorausschau. Im letzten Zyklus ging es darum, auch aus Sicht der Innovationspolitik neue Trends zu identifizieren. Aus der Trendsammlung wurden zukünftige Herausforderungen abgeleitet und diese nach Chancen und Risiken bewertet. Parallel zur Bedarfsrecherche wurden einzelne Forschungsfelder genauer untersucht und eine Zusammenschau künftiger Anwendungsbereiche erstellt.

So wurde die Frage nach gesellschaftlichen Herausforderungen für das Jahr 2030 mit Forschungs- und Technologieperspektiven gestellt und in Form von »Geschichten aus der Zukunft« verknüpft. Beispiele sind die Diskussion zu neuen Dimensionen des Wachstums und die Balance zwischen Nachhaltigkeit, Wohlstand und Lebensqualität oder auch die Erforschung der Herausforderungen zwischen Transparenz, *Post-Privacy* und Schutz der Privatsphäre.⁸

3.3 Ganzheitliche Bewertung

Eine zentrale Aufgabe der Innovationsforschung ist es, ihre Untersuchungsbereiche aus unterschiedlichen Perspektiven zu betrachten und diese zusammenzuführen. Ganzheitliche Bewertung meint die Fähigkeit zur integrierten Bewertung technologischer, ökonomischer, ökologischer und gesellschaftlicher Fragestellungen.

Eine umfassende wissenschaftliche Entscheidungsunterstützung umfasst die Diagnose von Herausforderungen und Problemen sowie die Identifizierung und Bewertung von Lösungsansätzen. Voraussetzung dafür ist die Fähigkeit zu einer aus inhaltlicher, methodischer und prozessualer Sicht ebenso fundierten wie integrativen Bewertung komplexer technologischer, ökonomischer, ökologischer und gesellschaftlicher Problemstellungen. Die Herausforderung besteht darin, thematische und methodische Fachkompetenzen zu problemspezifischen Bewertungsansätzen zusammenzuführen, um die Komplexität der untersuchten Gegenstände sowie der Wechselwirkungen zwischen unterschiedlichen Faktoren angemessen erfassen zu können. Solche mehrdimensionalen, d.h. inhaltlich differenzierten Analysen und Bewertungen setzen die Verfügbarkeit interdisziplinärer Projektteams mit transdisziplinärer Arbeitsweise sowie der technischen und sozioökonomischen Ankopplungskompetenz voraus.

Konzeptioneller Kern einer ganzheitlichen Bewertungskompetenz ist ein Multi-Ebenen-Ansatz, der Analyse und Beurteilung in Entscheidungssituationen aus verschiedenen Perspektiven auf Innovationssysteme unter Berücksichtigung der Wechselwirkungen ihrer verschiedenen Ebenen ermöglicht. Dies erlaubt durchgängige Analysen von der Ebene ganzer Innovationssys-

⁸ Vgl. VDI Technologiezentrum im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (Hg.), *Gesellschaftliche Veränderungen 2030. Ergebnisband 1 zur Suchphase von BMBF-Foresight Zyklus II*, Düsseldorf 2015, http://www.vditz.de/fileadmin/media/VDI_Band_100_C1.pdf (16.10.2016).

teme über Branchen und Sektoren bis hinunter zu Unternehmen und einzelnen Organisationseinheiten und Arbeitsplätzen. Ein solcher Ansatz erlaubt es beispielsweise, die Wechselwirkungen zwischen Entwicklungen oder Interventionen auf der Makroebene und Konsequenzen auf der Mikroebene zu analysieren.

Methodisch wird auf einen Pool an Bewertungsverfahren mit qualitativen und quantitativen Instrumenten zurückgegriffen. Von Bedeutung sind hier insbesondere multikriterielle Bewertungsansätze, Modellierung und Simulation komplexer, sozio-ökonomischer Systeme, qualitative und quantitative Sozialforschung sowie Technologiefolgenabschätzung (vgl. Abschnitt 3.4).

Beispiel 3: Methodische Herangehensweise

Ein Beispiel für diese Herangehensweise ist ein Projekt über die Zukunftspotenziale traditioneller Industrien in Deutschland im Auftrag des Büros für Technikfolgen-Abschätzung des Deutschen Bundestags.⁹ Mit traditionellen Industrien sind nicht forschungsintensive Industriezweige gemeint, die zwar einen Großteil der deutschen Industrie ausmachen, aber bislang nicht im Fokus der Innovationspolitik stehen. Dazu zählen z. B. die Textil- und Möbelindustrie oder auch die Metallverarbeitung.

Zur Analyse der Zukunftspotenziale wurden verschiedene Ebenen mit jeweils spezifischen Methoden untersucht. Auf der gesamtwirtschaftlichen Ebene wurden FuE-Aktivitäten und Qualifikationsstrukturen betrachtet. Auf der Sektorebene wurde die technologische Leistungsfähigkeit anhand von FuE-Ausgaben und Patentanmeldungen beleuchtet. Auf Unternehmensebene schließlich wurden individuelle Innovationsstrategien wie auch individuelle Technologiekompetenzen analysiert.

Auf Grundlage dieses multidimensionalen Ansatzes ist es möglich, nicht nur globale Aussagen über die Zukunftsaussichten traditioneller Industrien zu treffen. Ebenso können die individuellen Herausforderungen einzelner Unternehmen benannt werden, z. B. hinsichtlich der Wettbewerbsstrategien oder der zukünftigen Qualifikationsbedarfe. Beides bedingt sich gegenseitig und erst die integrierte Betrachtung der Wechselwirkungen lässt ein vollständiges Bild der Situation entstehen.

⁹ Vgl. Oliver Som u. a., *Zukunftspotenziale und Strategien nichtforschungintensiver Industrien in Deutschland – Auswirkungen auf Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung*, Berlin 2010.

	Analysedimensionen	Methode
Gesamtwirtschaftliche Bedeutung	<ul style="list-style-type: none"> Anteil an FuE- und Innovationsaktivitäten Qualifikationsstruktur und Anteil an Beschäftigung Anteil an industrieller Wertschöpfung und inländischer Produktion 	<ul style="list-style-type: none"> Amtliche Statistik (FuE-Report, Mikrozensus, VWL-Gesamtrechnung) Input-Output-Analyse Potenzialanalyse
Technologische Leistungsfähigkeit auf Sektorebene	<ul style="list-style-type: none"> Anteil an Beschäftigung Patentanmeldungen FuE- und Innovationsaufwendungen 	<ul style="list-style-type: none"> Amtliche Statistik (FuE-Report, Mikrozensus, VWL-Gesamtrechnung) Patentanalyse
Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit auf Unternehmensebene	<ul style="list-style-type: none"> Marktumfeld und Wettbewerbsstrategien Innovationsstrategien Produkt- und Serviceinnovation Technische und nicht-technische Prozessinnovation Technologiekompetenz / Wissen und Know-how Qualifikationsstruktur der Belegschaft Innovationsperformanz / ökonomische Leistungsfähigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> Quantitative Sekundäranalyse der ISI-Erhebung Modernisierung der Produktion 2009 Quantitative Primärerhebung (CATI) Qualitative Inhaltsanalyse (ATLAS.ti)

Abb. 5: Ganzheitliche Bewertung. Beispiel TAB. Traditionelle Industrien. Quelle: Fraunhofer ISI.

3.4 Technikbewertung

Auch wenn die Innovationsforschung sich von der Fokussierung auf technische Innovationen distanziert hat und seit Langem auch soziale oder organisatorische Innovationen untersucht, spielen technische Innovationen immer noch eine bedeutende Rolle. Insofern genießt die Bewertung von Technologien weiterhin einen hohen Stellenwert innerhalb der Innovationsforschung. Diese werden aber viel stärker als früher in ihren jeweiligen politischen und sozialen Kontexten betrachtet.

Aus einer systemischen Perspektive interessiert nicht nur die Frage, wie innovative Technologien entstehen und sich verbreiten, sondern auch, wie sie sich gegenseitig beeinflussen. Hinzu kommen Fragen nach den wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Auswirkungen durch die Anwendung neuer Technologien. Technikbewertung im weiteren Sinn umfasst die Analyse der wirtschaftlichen und ökonomischen Potenziale von Technologien sowie die Bewertung ihrer Nutzungsmöglichkeiten. Schließlich stehen auch die gesellschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen der Entwicklung und Nutzung neuer Technologien sowie Umsetzungsmöglichkeiten für notwendige Veränderungen im Fokus.

Im Laufe der Zeit haben sich unterschiedliche Ansätze zur Technologiebewertung herausgebildet. Ein klassischer Ansatz ist die Technikfolgen-

abschätzung oder *Technology Assessment* (TA) in ihren verschiedenen Ausprägungen.¹⁰ Sie wird primär im parlamentarischen Raum nachgefragt und legt einen Fokus auf gesellschaftliche Fragestellungen.

Einen stärker ökonomischen Blickwinkel nimmt die Analyse der *Total Cost of Ownership* ein. Hier wird über die reinen Investitionskosten hinaus untersucht, welche internen und externen Kosten eine Technologie über ihren gesamten Lebenszyklus verursacht. Ein neuerer Ansatz ist das modellbasierte *Integrated Assessment*, das Fragen der Nachhaltigkeit in allen Dimensionen – ökologisch, ökonomisch und sozial – nachgeht und insbesondere Kausalitäten und Rückkopplungen untersucht. Grundsätzlich ist ein Trend zu beobachten, verschiedene Traditionen der Technikbewertung mit ihren jeweiligen Potenzialen und Limitierungen zu integrieren wie beispielsweise beim *Integrated Emerging Science and Technologies Framework* (EST-Frame).¹¹

Der Ansatz wurde an mehreren Fallbeispielen (Synthetische Biologie, *Biofuels*, *Cloud Computing*, *Nanofood*) durchgeführt. EST-Frame integriert etablierte Bewertungsdimensionen, wie z.B. Risikobewertung, ökonomische Bewertung, Umweltbewertung, Nachhaltigkeitsbewertung, ethische Bewertung, *Impact Assessment* oder auch TA, und erarbeitet eine gemeinsame Bewertung eines Sachverhaltes. Dabei werden relevante *Stakeholder* einbezogen. Ebenso werden die Akteure, die die neuen wissenschaftlichen und technologischen Entwicklungen betreiben, integriert. Dies können Forscher oder Vertreter der Industrie sein. EST-Frame erarbeitet Informationen, Analysen und Bewertungen, die für die politische Prozessebene, also das operative *Policy-Making* relevant sind. Dies ist besonders wichtig auf der Programmebene, beispielsweise wenn es darum geht, die Hightech-Strategie in konkrete programmatische Aktivitäten umzusetzen oder aus Foresight-Prozessen neue Förderaktivitäten zu entwickeln. Des Weiteren wird diese Beratung weder von einem allgemein zusammengesetzten Gremium noch von einem kleinen, an nur einer Institution angesiedelten Forscherteam geleistet. Stattdessen wird das Bewertungsteam je nach Fragestellung und für jede Fragestellung völlig neu zusammengesetzt. Durch den Einbezug der relevanten *Stakeholder* umfasst EST-Frame darüber hinaus eine partizipative Dimension, und zwar im Sinne einer repräsentativen Partizipation.

10 Vgl. Armin Grunwald, *Technikfolgenabschätzung – eine Einführung*, Berlin 2010. Vgl. Jürgen Mittelstraß, »Methodische Transdisziplinarität«, in *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* 14/2 (2005), S. 18–23.

11 Vgl. Thomas Reiß und Kate Millar, »Introduction to Special Section: Assessment of Emerging Science and Technology: Integration Opportunities and Challenges«, in *Science and Public Policy* 41/3 (2014), S. 269–271.

Beispiel 4: Technikfolgenabschätzung. Die Zukunft der Automobilindustrie

Im Auftrag des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) wurde untersucht, wie sich die Zukunft der Automobilindustrie angesichts des technologischen Wandels hin zur Elektromobilität darstellen könnte.¹² Analysiert wurden die Potenziale der deutschen Automobilindustrie zur Bewältigung und Gestaltung des Wandels der globalen Automobilmärkte und zur Einführung neuer Mobilitätskonzepte. Ausgangspunkt war die Beschreibung der möglichen Diversifizierungsstrategien hinsichtlich der Antriebe, der Material- und Fahrzeugkonzepte sowie des Wandels der Industrie vom reinen Produkthanbieter hin zum Anbieter von Mobilitätsdienstleistungen.



Abb. 6: TAB Innovationsreport zur Zukunft der Automobilindustrie 2012, <http://www.tab-beim-bundestag.de/de/pdf/publikationen/berichte/TAB-Arbeitsbericht-ab152.pdf> (16. 10. 2016).

Darauf aufbauend und unter Rückgriff auf Methoden der Vorausschau wurden drei Szenarien der globalen Automobilmärkte entwickelt und mit unterschiedlichen Wertschöpfungs- und Produktivitätsszenarien verknüpft, um die Wirkung des Wandels auf Wertschöpfung und Beschäftigung der deutschen Automobilindustrie abzuschätzen. Es wurden Chancen und Herausforderungen, Stärken und Schwächen der deutschen Automobilindustrie – insbesondere die Marktstrategien, die Entwicklung alternativer Antriebe sowie die Partizipation bei der Einführung innovativer Mobilitätskonzepte betreffend – beschrieben. Auf dieser Grundlage wurden Handlungsempfehlungen für Industrie und Politik abgeleitet.

¹² Vgl. Wolfgang Schade u. a., *Zukunft der Automobilindustrie. Innovationsreport* (Arbeitsbericht, Nr. 152), Berlin 2012.

3.5 Sozio-ökonomische Forschung

Sozialwissenschaftliche Forschung zu Technologieprojekten ist integrierter Bestandteil einer systemischen Innovationsforschung, um die Chancen, Risiken und Potenziale von Innovationen in ihrer gesellschaftlichen Dimension beurteilen zu können. Sozialwissenschaftliche Forschung wird dabei nicht mehr nur parallel zu Entwicklungsprojekten durchgeführt, sondern zunehmend schon im Vorfeld, um ein Themenfeld konzeptionell vorzubereiten. Während in der klassischen Begleitforschung eine begleitende Erhebung von Erfahrungen im Projektverlauf im Mittelpunkt steht, kommt ihr heute eine immer stärkere Eigenständigkeit zu. Eigene Analysen werden in Entwicklungsprozesse eingebracht, um Anpassungen vornehmen zu können. In stärker verteilten Forschungsprozessen kommt der sozio-ökonomischen Forschung auch die Aufgabe der Vernetzung der Akteure zu. Eher klassische Aufgaben sind am Ende von Forschungsprojekten die Überprüfung der Zielerreichung und eine Abschätzung der Übertragbarkeit auf andere Anwendungsfelder.

In der jüngeren Vergangenheit hat insbesondere die Bedarfsanalyse im Sinne einer Missions- und Anwendungsorientierung innerhalb der sozialwissenschaftlichen Innovationsforschung an Bedeutung gewonnen. Während bisweilen immer noch die irrtümliche Annahme einer Technikdistanz oder gar -feindlichkeit in Deutschland bemüht wird, ist es tatsächlich so, dass neue Technologien von den Nutzern akzeptiert werden müssen, um sich durchzusetzen. Die sozio-ökonomische Forschung untersucht die Bedingungen dafür und bezieht unterschiedliche *Stakeholder* über Partizipationsprozesse in der frühen Phase von Technologieentwicklungen ein. Ein Beispiel ist die Elektromobilität. Höhere Kosten oder funktionale Einschränkungen sind wesentliche Faktoren für ihre Akzeptanz. Die Akzeptanzforschung geht daher der Frage nach, unter welchen Bedingungen Nutzer bereit sind, neue Konzepte aufzugreifen, welche Anforderungen sie stellen und wie neue Angebote organisatorisch und politisch eingebettet werden müssen.¹³ Das Ziel der sozio-ökonomischen Forschung ist dabei nicht die Akzeptanzbeschaffung. Vielmehr geht es darum, eine neue Technologie, ein neues System derart zu gestalten, dass es überhaupt die Chance erhält, von der angepeilten Zielgruppe angenommen zu werden.

Beispiel 5: Vorbereitende Forschung: Autonomie-Effekte der Mensch-Technik-Interaktion

Ein Beispiel für eine gleichzeitig vorbereitende und auf die Akzeptanz ausgerichtete Forschung ist ein Projekt zum Wandel von Autonomie und

¹³ Vgl. Anja Peters und Elisabeth Dütschke, »How do Consumers perceive Electric Vehicles? A Comparison of German Consumer Groups«, in *Journal of Environmental Policy & Planning* 16/3 (2014), S. 359–377.

Kontrolle durch neue Mensch-Technik-Interaktion, kurz MTI, deren zunehmende Bedeutung im ersten Zyklus des BMBF-Foresight-Prozesses herausgearbeitet wurde. Die Fragestellung lautete: Wie lassen sich aktuelle und zukünftige Mensch-Technik-Verhältnisse autonomieorientiert erforschen, designen und (er)leben, sodass es eine akzeptierbare und wünschbare Balance von Assistenz und Autonomie, von Komfort und Kontrolle gibt? Die Beantwortung dieser Fragen dient der Vorbereitung eines zukünftigen MTI-Förderschwerpunkts des BMBF.

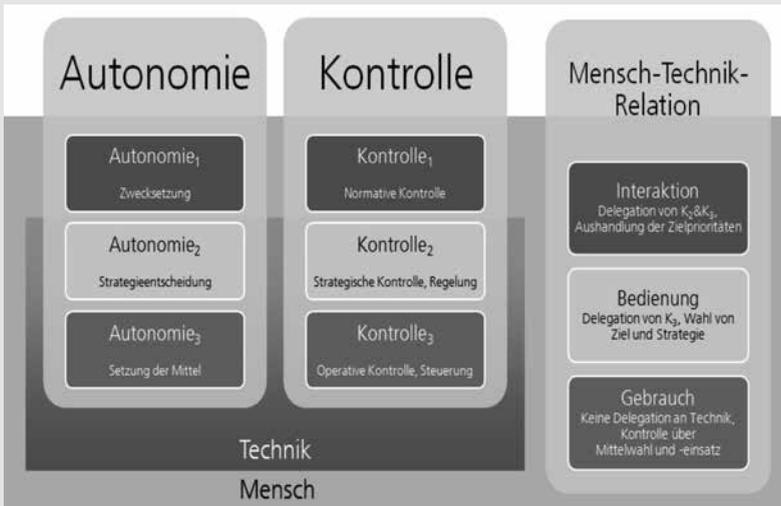


Abb. 7: Mehrebenen-Schema von Autonomie & Kontrolle. Quelle: Bruno Gran-sche u. a., *Wandel von Autonomie und Kontrolle durch neue Mensch-Technik-Interaktionen. Grundsatzfragen autonomieorientierter Mensch-Technik-Verhältnisse*, Stuttgart 2014, S. 42.

Hierfür wurde das Theoriefeld von Autonomie und Kontrolle so strukturiert, dass Wissens- und Forschungsbedarfe sichtbar werden. Klare Konzepte, Definitionen sowie handhabbare Dimensionen von Autonomie und Kontrolle in MTI dienen als wesentliche Orientierungshilfen einer sowohl anwendungsorientierten als auch autonomie-sensiblen Forschung, die den gesellschaftlichen Ansprüchen u. a. im Kontext der Herausforderungen des demografischen Wandels gerecht wird. Im Projekt wurde eine Heuristik erarbeitet, die es ermöglicht, ethische, rechtliche und soziale Aspekte in die Mensch-Technik-Interaktionsforschung systematisch zu integrieren.

4. Anwendungskontexte der Innovationsforschung

Die Ansätze und Methoden der systemischen Innovationsforschung weisen darauf hin, dass die Anwendungskontexte vielfältiger Natur sind. Im Folgenden wird der Fokus auf zwei Adressatenkreise gelegt: Politik und Unternehmungen. Beide sind zentrale Akteure im Innovationssystem, die für sich aber vor allem aber auch in Interaktion zueinander stehen und so die Innovationskraft beispielweise eines Sektors oder einer Volkswirtschaft mitbestimmen.

4.1 Politikberatung

Ein zentraler Auftraggeber einer systemischen Innovationsforschung ist die Politik. Die Politik steht vor einer doppelten Herausforderung: Zum einen muss sie systemische Fragestellungen unter Berücksichtigung der Interessen und Rahmenbedingungen ganz unterschiedlicher Akteure gestalten. Zum anderen muss sie die verfügbaren Ressourcen zielgerichtet und effizient einsetzen.

Die Innovationsforschung kann politische Akteure auf unterschiedlichen Ebenen mit der Analyse und dem Design von Politiken unterstützen. Beiträge liegen einerseits in der Bereitstellung der notwendigen Wissensbasis für politische Entscheidungen. Dies können beispielsweise Evaluationen von innovationspolitischen Förderprogrammen sein, auf deren Grundlage diese weiterentwickelt werden. Andererseits kann die Innovationsforschung auch an der Entwicklung von Politikinstrumenten beteiligt sein, mit denen politische Ziele erreicht werden sollen.

Eine solche Beratung der Politik ist voraussetzungsvoll. Die Innovationsforschung benötigt nicht nur Einsicht in die untersuchten sozio-ökonomischen Problemlagen. Die Anforderungen an sie werden dadurch gesteigert, dass ein ausgeprägtes Prozesswissen über politisch-administrative Entscheidungsprotokolle, Einsichten in die Handlungslogiken der Ressorts und Akteure, einer adressatengerechten Kommunikation und Ergebnisaufbereitung sowie die aktive Mitwirkung in den relevanten wissenschaftlichen sowie Anwendungscommunities vorausgesetzt wird. Nur wenn die Freiheitsgrade der beratenen Akteure berücksichtigt werden, können umsetzbare Empfehlungen formuliert werden.

Beispiel 6: Das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)

Prominentes Beispiel für die Entwicklung eines Politikinstrumentes, mit dem weitreichende Ziele verfolgt werden, ist das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG). Das EEG hat seinerzeit erst einen Markt für Erneuerbare Energien

geschaffen und damit die Grundlage für Investitionen in Forschung und Entwicklung dieser Technologien gelegt. Jede Regulierung muss kontinuierlich dahingehend überprüft werden, ob die damit verfolgten Ziele auch erreicht werden oder ob an einem gewissen Punkt eine Fehlsteuerung einsetzt. Im Fall des EEG hat der erhebliche Zubau an Kapazitäten dazu geführt, dass die Umlage zur Finanzierung der Erneuerbaren Energien kontinuierlich gestiegen ist. Zur Weiterentwicklung des EEG ist das Fraunhofer ISI mit der Zukunftswerkstatt Erneuerbare Energien in das zentrale Projekt der Bundesregierung zur Erarbeitung von Reformen eingebunden. Wichtige Elemente dieses Projekts sind eine detaillierte Wirkungsanalyse der Ausgestaltungsoptionen des EEG: Wie wirken sich Modifizierungen der Finanzierungsmodalitäten konkret auf den weiteren Zubau und die Strompreisentwicklung aus? Die Zwischenergebnisse werden kontinuierlich mit *Stakeholdern* aus Energiewirtschaft, Politik und Gesellschaft diskutiert. Auch in diesem Bereich ist der Erfolg abhängig von der Akzeptanz der beteiligten Akteure.

4.2 Innovationsmanagement

Systemische Fragestellungen sind nicht nur Gegenstand politischer Entscheidungen, sondern betreffen zunehmend auch Einzelakteure aus der Wirtschaft. Sie stehen vor der Herausforderung, ihr Innovationsmanagement an die veränderten Rahmenbedingungen anzupassen.

Zu den wesentlichen Aufgaben des Innovationsmanagements gehört die Innovationsziele und -strategien festzulegen und zu verfolgen, die Entscheidungen zur Durchführung von Innovationen auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu treffen, die Innovationsprozesse zu planen, zu steuern und zu kontrollieren, eine innovationsfördernde Organisationsstruktur und -kultur mit entsprechenden sozialen Beziehungen zu schaffen und ein prozessumfassendes Informationssystem zu installieren, das einen zeitnahen Informationsaustausch zwischen allen Beteiligten und eine flexible Prozesssteuerung ermöglicht.¹⁴

Innovationsmanagement kann somit als dispositive Gestaltung von Innovationsprozessen verstanden werden.¹⁵

In Bezug auf Innovationsprozesse und den interagierenden Akteuren zeigt sich in den letzten Jahren ein Paradigmenwechsel. Während früher vorwiegend

¹⁴ Dietmar Vahs und Ralf Burmester, *Innovationsmanagement. Von der Produktidee zur erfolgreichen Vermarktung*, 3. Aufl., Stuttgart 2005, S. 50.

¹⁵ Vgl. Jürgen Hauschildt und Sören Salomo, *Innovationsmanagement*, 5. Aufl., München 2011.

geschlossene Innovationsprozesse (*Closed Innovation*), welche nur die im Unternehmen entstandenen Ideen nutzen, im Vordergrund standen, werden in zunehmenden Maß auch externe Akteure eingebunden. Man spricht von der Öffnung des Innovationsprozesses und von dem von Henry W. Chesbrough genutzten Begriff der *Open Innovation*.¹⁶ Werden interne Akteure mit externen kombiniert, kann ein Hebeleffekt festgestellt werden, der durch die Erweiterung der Spannweite in der Phase der Ideen- und Lösungsfindung begründet wird.

Als Gegenstand der Innovationsforschung steht beim Innovationsmanagement die Praxis der Anwendung beispielsweise unterschiedlicher betrieblicher Innovationsstrategien im Vordergrund: Welche Chancen und Risiken bergen sie und wie wirtschaftlich sind sie? Im Sinne eines ganzheitlichen Innovationsverständnisses beziehen sich diese Fragestellungen beispielsweise explizit auf die Entwicklung und Nutzung von alternativen Geschäftsmodellen. Hinzu kommen in einer globalisierten Ökonomie auch die Strukturen und Netzwerke einer verteilten Wertschöpfung.

Die methodischen Ansätze reichen entsprechend von der Messung der Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen über die sozio-ökonomische Bewertung von Ressourcen bis hin zur Analyse von Wertschöpfungsnetzwerken und deren Innovationskraft.

Beispiel 7: Dynamische Steuerung der Wandlungsfähigkeit integrierter Wertschöpfungsketten in der Medizintechnik

Ein Beispiel aus der Forschung des Fraunhofer ISI ist das Projekt *Dynamische Steuerung der Wandlungsfähigkeit integrierter Wertschöpfungsketten in der Medizintechnik* (DyWaMed). In durch eine hohe Turbulenz gekennzeichneten Industriebranchen reicht eine vorab »installierte« Flexibilität als Quelle des Wettbewerbsvorteils heute nicht mehr aus. Es bedarf vielmehr der Fähigkeit zu einem raschen, aufwandsarmen und strukturellen Wandel. Die Unternehmen sind schon heute gefordert, sich für zukünftige Turbulenzen zu wappnen und ihre Wertschöpfungsstrukturen mit einem entsprechenden Wandlungsfähigkeitspotenzial auszustatten.

¹⁶ Vgl. Henry W. Chesbrough, *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*, Boston, Mass. 2006.

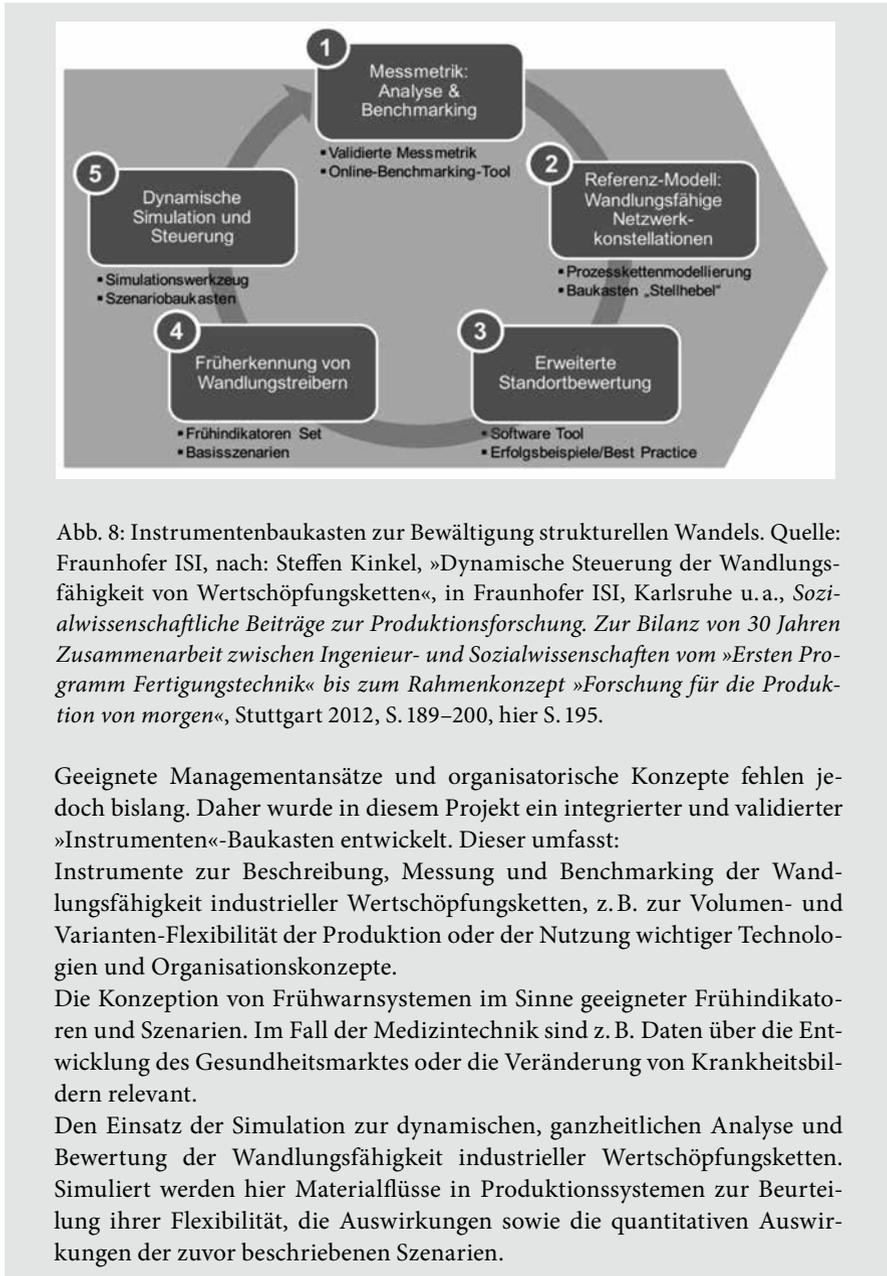


Abb. 8: Instrumentenbaukasten zur Bewältigung strukturellen Wandels. Quelle: Fraunhofer ISI, nach: Steffen Kinkel, »Dynamische Steuerung der Wandlungsfähigkeit von Wertschöpfungsketten«, in Fraunhofer ISI, Karlsruhe u. a., *Sozialwissenschaftliche Beiträge zur Produktionsforschung. Zur Bilanz von 30 Jahren Zusammenarbeit zwischen Ingenieur- und Sozialwissenschaften vom »Ersten Programm Fertigungstechnik« bis zum Rahmenkonzept »Forschung für die Produktion von morgen«*, Stuttgart 2012, S. 189–200, hier S. 195.

Geeignete Managementansätze und organisatorische Konzepte fehlen jedoch bislang. Daher wurde in diesem Projekt ein integrierter und validierter »Instrumenten«-Baukasten entwickelt. Dieser umfasst: Instrumente zur Beschreibung, Messung und Benchmarking der Wandlungsfähigkeit industrieller Wertschöpfungsketten, z. B. zur Volumen- und Varianten-Flexibilität der Produktion oder der Nutzung wichtiger Technologien und Organisationskonzepte.

Die Konzeption von Frühwarnsystemen im Sinne geeigneter Frühindikatoren und Szenarien. Im Fall der Medizintechnik sind z. B. Daten über die Entwicklung des Gesundheitsmarktes oder die Veränderung von Krankheitsbildern relevant.

Den Einsatz der Simulation zur dynamischen, ganzheitlichen Analyse und Bewertung der Wandlungsfähigkeit industrieller Wertschöpfungsketten. Simuliert werden hier Materialflüsse in Produktionssystemen zur Beurteilung ihrer Flexibilität, die Auswirkungen sowie die quantitativen Auswirkungen der zuvor beschriebenen Szenarien.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Die Innovationsforschung steht vor der Herausforderung, umfassende Transformationsprozesse wissenschaftlich zu beschreiben und zu begleiten. Als Forschungsrichtung im Spannungsfeld zwischen Grundlagenforschung und angewandter Forschung muss die Innovationsforschung in der Lage sein, sich unterschiedlichen Erkenntnis- und Handlungslogiken anzupassen. In grundlagen- und anwendungsorientierten Forschungssystemen liegen die Unterschiede insbesondere bei den Auftraggebern und ihren jeweiligen Verwertungslogiken. Der Innovationsforschung kommt daher die Aufgabe zu, über das jeweils notwendige Akteurs- und Prozesswissen der jeweiligen Arenen zu verfügen, um zwischen deren jeweiligen Programmen alternieren zu können. Sie befindet sich damit in einer Doppelrolle, Wissen nicht nur zu generieren, sondern auch zu transferieren.

Hinsichtlich der Fragestellungen und Anforderungen aus der Praxis wird sich der heute schon zu beobachtende Trend weiter fortsetzen, dass Herausforderungen an Bedeutung gewinnen, bei denen es darum geht, ganze sozio-technische Systeme zu transformieren, etwa das Energie- oder das Gesundheitssystem. Hier sind nicht nur technische Herausforderungen zu meistern, sondern auch organisatorische und das Zusammenspiel der beteiligten Akteure. Dies wird auch dazu führen, dass bislang voneinander isolierte Innovationssysteme mit unterschiedlichen Funktionsweisen und Handlungslogiken miteinander verschränkt werden. Im Fall der Elektromobilität müssen beispielsweise Akteure aus Automobil- und Energiewirtschaft ihre Kompetenzen bündeln.

Methodisch und konzeptionell steht die Innovationsforschung vor der Aufgabe, ihre Ansätze weiter zu dynamisieren. Mit dem Innovationssystemansatz steht eine funktionale Heuristik zur Analyse von Innovationssystemen zur Verfügung. Ihre Reichweite ist jedoch begrenzt, wenn es darum geht, die Interaktionen in Innovationssystemen zu beschreiben und die Folgen von Interventionen abzuschätzen. Daher liegt eine der zentralen Herausforderung der Innovationsforschung in der qualitativen und quantitativen Modellierung von Innovationssystemen.

Schließlich ist zu beobachten, dass sich die Art und Weise, wie Innovationen entstehen, verändert. Innovationen entstehen nicht mehr exklusiv in den geschlossenen Entwicklungsabteilungen der Industrie. Vielmehr öffnen sich Innovationsprozesse. Beispiele hierfür sind *Open Innovation* oder ganz grundsätzlich der Einbezug zivilgesellschaftlicher Akteure. Daher werden Fragen der Innovationskultur auch im Sinne einer vergleichenden Innovationsforschung an Bedeutung zunehmen.

Die Beispiele unterstreichen, dass die Innovationsforschung das Verständnis von Innovationssystemen und Innovationsprozessen vertieft. Mit diesem Wissen können die Akteure in Wirtschaft und Politik zielgerichtet unterstützt werden, etwa mit der Identifizierung von möglichen zukünftigen Entwicklungen oder der Identifizierung von Handlungsoptionen. Grundsätzlich gilt: Die Innovationsforschung ist keine notwendige Bedingung für die Innovativität eines Innovationssystems oder eines Unternehmens. Aber sie kann einen wesentlichen Beitrag dazu leisten.