

Martin Richter, Uwe Seidel, Leo Wangler

SystemInnovationen – Handlungsoptionen für zukunftsfähige Spitzentechnologien

Struktureller Wandel von Wirtschaftsprozessen und Wertschöpfungsketten führt zu veränderten Handlungsoptionen für Entscheidungsträger aus Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. So haben sich in den letzten Jahrzehnten die Rahmenbedingungen für Unternehmen aller Größenordnungen stark verändert. Neue Produktionsverfahren, neue Technologien und neue Formen des Arbeitskräfteeinsatzes haben zu Anpassungsherausforderungen, aber auch zu erheblichen Chancen geführt. In wesentlichen Technologiebereichen konnten innovative Produkte und Dienstleistungen neue Märkte erschließen und die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands positiv beeinflussen. Innovationszyklen werden dabei immer kürzer – und das nicht nur in den Informations- und Kommunikationstechnologien: Auch in eher traditionellen Industriezweigen, wie dem Maschinen- und Anlagenbau oder der Automobilindustrie, vollziehen sich Veränderungen der Produktionsprozesse, werden die Innovationszyklen immer kürzer.

Systemische Innovationen sind deshalb erfolgreich, weil sie Technologien und Kompetenzen über Unternehmensgrenzen hinweg erfordern, auf Kompatibilität überprüfen und aktiv einbinden. Dieser Zusammenhang ist besonders offenkundig bei Themen wie Energie, Mobilität, Stadtentwicklung oder Bioökonomie zu beobachten. Innovationen in diesen Feldern und in vielen anderen Bereichen können wir als SystemInnovationen betrachten. Das Institut für Innovation und Technik (iit) definiert SystemInnovationen wie folgt:

„**SystemInnovationen** sind technologiebasierte Innovationen, die sich in wirtschaftlich tragfähige Produkte oder Dienstleistungen umsetzen lassen, wenn es gelingt, die notwendigen Komponenten und Kompetenzen in funktionierende Systemarchitekturen einzubinden und deren gesellschaftliche Akzeptanz zu sichern. Dabei überwinden sie organisatorische und fachliche Grenzen und sind geprägt durch ein funktionierendes Zusammenwirken unterschiedlicher Stakeholder entlang von Wertschöpfungsprozessen und ermöglichen neue erfolgreiche Geschäftsmodelle.“

Inhaltlich gliedert sich dieser Aufsatz zum iit-Themenfeld SystemInnovationen in drei Abschnitte. In einem ersten Teil werden theoretische Aspekte mit Bezug zu SystemInnovationen diskutiert. Im zweiten Teil werden die folgenden Themenfelder einer näheren Analyse unterzogen: Klima/(erneuerbare) Energietechnologien, Zukunftsmetropolen, Mobilitätslösungen und die Bioökonomie. Im letzten Abschnitt werden schließlich Leitfragen formuliert, die aus Sicht des iit für Analysen im Themenfeld SystemInnovationen von besonderer Bedeutung sind.

1. Innovationen im Kontext von Systemen

SystemInnovationen sind in der Regel in eine Umgebung eingebettet, die einen hohen Komplexitätsgrad aufweist. Deshalb können Innovationen oftmals nicht ad-hoc, sondern nur in einer räumlichen sowie zeitlichen Abstimmung bzw. Koordination umgesetzt werden. Folgende Schlüsselfaktoren können dabei zum Erfolg von SystemInnovationen beitragen: Infrastruktur, Konsum und Nutzergewohnheiten, Aus- und Weiterbildung, Standardisierung und Normung sowie der Rechtsrahmen.

In vielen Fällen sind SystemInnovationen stark mit übergreifenden globalen Themen – wie zum Beispiel mit dem weltweiten Abkommen zum Klimaschutz – verbunden. Damit ist die Nachfrage nach systemischen Technologien bzw. Innovationen in erster Linie politikinduziert, da sie den definierten übergeordneten Zielen folgt. Um beispielsweise globale Klimaschutzziele zu erreichen, bedarf es u. a. einer neuen Art der Mobilität, CO₂-neutraler Städte sowie einer industriellen Produktion auf Basis nachwachsender Rohstoffe. Vor dem Hintergrund der damit verbundenen Transformationsprozesse bietet es sich an, dass die Technologien zunächst in einem geschützten Raum – in sogenannten Nischen – erprobt werden und in Bezug auf die Diffusion der Innovationen eine zeitliche Abstimmung erfolgt. In einer dynamischen Betrachtung lassen sich stilisiert die folgenden Phasen in Bezug auf die Ausbreitung der SystemInnovation unterscheiden: Marktvorbereitung, Aufschwung, Durchbruch und Stabilisierung des neuen Systems (Abbildung 1).

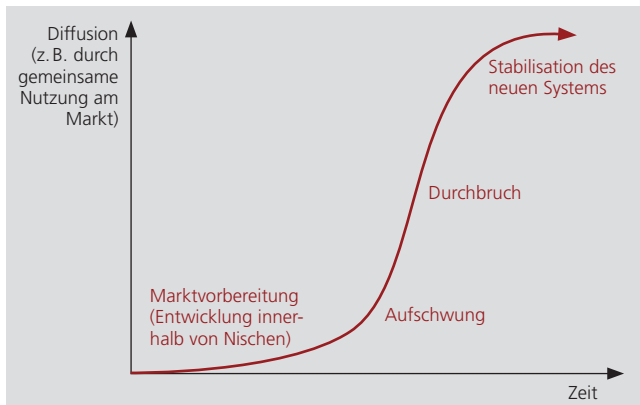


Abbildung 1: Marktdiffusion von Systeminnovationen. Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Rotmans et. al. (2001)¹

Finden Systeminnovationen in einem weitgehend politisch „geschützten“ Bereich (Nischen, teilweise mit relativ hoher politischer Förderung von Pilotprojekten zur Minimierung des Risikos für alle Beteiligten) statt, so stellen sich verschiedene spezifische Anforderungen an die sequenzielle Abstimmung der Diffusionsprozesse. Mit Blick auf die zeitliche Abfolge sind die folgenden Aspekte von Bedeutung (Schot und Geels 2008, S. 540)²:

- 1) Definition von **Erwartungen und Visionen**: Dies ist eine Grundvoraussetzung, damit der Lernprozess innerhalb der Nischen einer Richtung folgen kann und die Projekte die notwendige Aufmerksamkeit erhalten.
- 2) **Aufbau von Netzwerken**: Netzwerke sind von Bedeutung, um einen potenziellen Nutzerkreis aufzubauen, um durch die Interaktion zwischen den verschiedenen Stakeholdern die Absorptionsfähigkeit (Aufnahme von Wissen) zu erleichtern und

um notwendige Ressourcen (Köpfe, Geld und Expertise) zusammenzubringen.

3) **Lernprozesse** z. B. in Bezug auf:

- a. Technisches Wissen durch die Spezifizierung der Produkte
- b. Feedback in Form von Produzenten- und Konsumentensichtweisen
- c. Aufbau einer ersten Infrastruktur und erster Wartungsnetzwerke
- d. Industrie- und Produktionsnetzwerke
- e. Regulierungen und rechtliche Rahmenbedingungen
- f. Gesellschaftliche und ökologische Auswirkungen

Durch die Schaffung technologischer Nischen entsteht technologisches Wissen, das die Grundlage für den Erfolg der Systeminnovationen bildet. Im Fall erfolgreicher Experimente innerhalb der Nischen, lassen sich durch die weitere Ausbreitung des Wissens bzw. der Technologien sogenannte Marktnischen schaffen; eine erste Ausbreitung der Technologien am Markt ist damit möglich. In dieser Phase hat sich die Innovation aber noch nicht final durchgesetzt. Vielmehr kommt es zu einer Vernetzung über die Nischen hinweg und durch die Diffusion des Wissens erweitert sich der Nutzer- und Anbieterkreis. Der Marktdurchbruch wird in der Regel durch Prozessinnovationen bzw. Lernkurveneffekte weiter begünstigt. Durch die damit verbundenen Kostenreduktionen stößt die Technologie auch auf Konsumentenseite auf eine breitere Nachfrage. Bei einem Fortschreiten der Marktakzeptanz verstetigt und beschleunigt sich die Ausbreitung der Technologie. Im Ergebnis entsteht ein neuer Markt unter umfassender Nutzung bzw. Anwendung der Systeminnovation (Vgl. zum beschriebenen Prozess Abbildung 2).

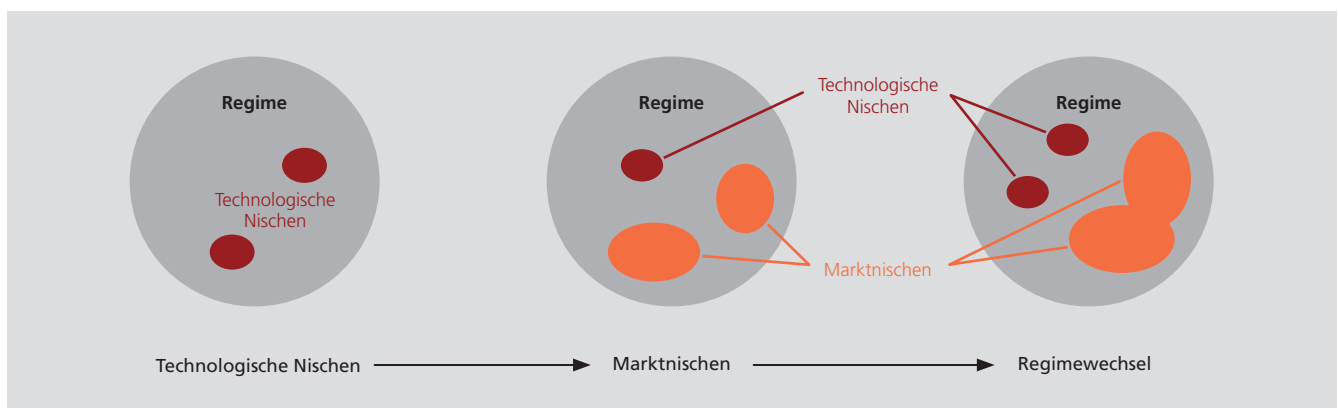


Abbildung 2: Übergang von technologischen Nischen zur Marktdurchdringung. Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Weber et al. (1999)³

1 Rotmans, J., Kemp, R., van Asselt, M. (2001): More Evolution than Revolution. Transition Management in Public Policy. In: Foresight 3 (1), S. 15–31.
 2 Schot, J., Geels, F. W. (2008): Strategic niche management and sustainable innovation journeys: theory, findings, research agenda, and policy. In: Technology Analysis & Strategic Management, 20 (5), S. 537–554.
 3 Weber, M., Hoogma, R., Lane, B., Schot, J. (1999): Experimenting with sustainable transport innovations: a workbook for strategic niche management. Seville/Enschede, Universiteit Twente.

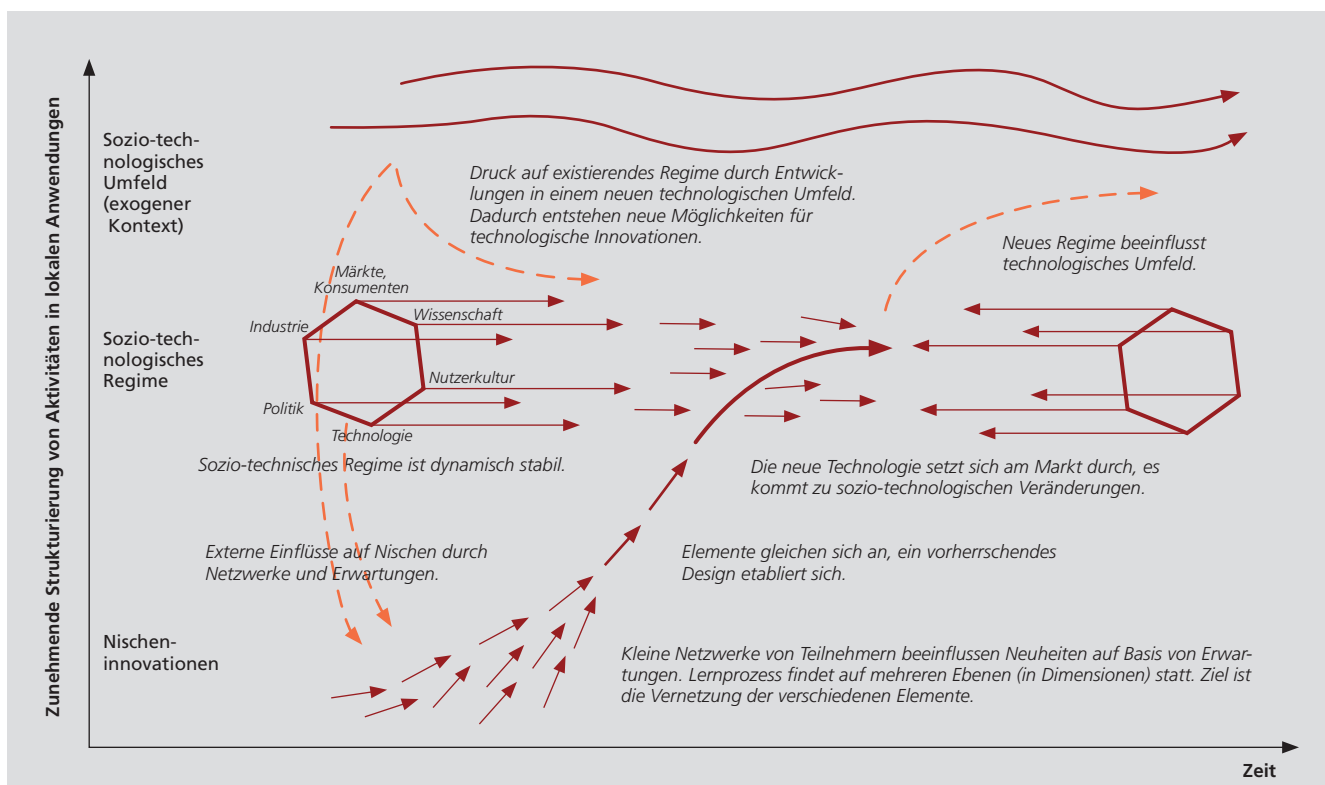


Abbildung 3: Einflussfaktoren für systemische Regimewechsel. Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Geels (2002)⁴

Die Herausforderung für die Innovationspolitik besteht darin, die Ausbreitung der Technologien in möglichst optimaler Weise zeitlich (sequentiell) und räumlich (horizontal und vertikal) zu unterstützen. Gleichzeitig ist der Einsatz der Politikinstrumente in Bezug auf die Angebots- und Nachfrageseite optimal zu gestalten. Der beschriebene Zusammenhang lässt sich anhand von Abbildung 3 nachvollziehen.

Die Abbildung illustriert, wie sich über die Ausbreitung der Innovationen innerhalb der Nischen im Optimalfall ein sozio-technologischer Regimewechsel ergibt, der die Etablierung der neuen Technologien am Markt positiv begünstigt. In dieser Phase teilen die beteiligten Akteure in der Regel Ansichten und Erwartungen bezüglich der neuen Technologien. Damit wächst die Nutzergruppe bzw. das Netzwerk. Die zunehmende Ausbreitung begünstigt die (technologische) Weiterentwicklung und ein sich selbst verstärkender Prozess setzt ein.

Der Aufbau sozialer Netzwerke ist bedeutend für die Erhöhung der Absorptionsfähigkeit neuer Ideen und Innovationen. So determiniert die Absorptionsfähigkeit (zum Beispiel innerhalb von Organisationen) das Ausmaß, in dem die beteiligten Akteure in

der Lage sind, externe Informationen wahrzunehmen und zu nutzen – sei es relevantes Wissen aus der jeweiligen Branche („intra-industry spillover“), aus anderen Branchen („inter-industry spillover“) oder aus wissenschaftlicher Forschung („science spillover“). Damit sind soziale Netzwerke von hoher Bedeutung, um Innovationen zu ermöglichen (zum Beispiel auch durch Beziehungen zu externen Partnern in Wirtschaft, Wissenschaft, Bildung, Politik und Verwaltung). Wichtig ist darüber hinaus die Vernetzung entlang der Wertschöpfungskette, in der eigenen Branche, zu Forschungseinrichtungen und zu Bildungsanbietern.

Von politischer Seite sind innovationspolitische Plattformen bewährte Instrumente, die mitunter auch den Aufbau von Netzwerken begünstigen. Bedeutend für die sozio-technologischen Weiterentwicklungen sind Aspekte mit Bezug zu Konsumenten, Wirtschaft, Politik, Forschung und Entwicklung sowie Nutzerkultur und Marktanreizen. Gleichzeitig ist die Systeminnovation jedoch in einen übergreifenden Kontext eingebettet, wie etwa in die übergreifenden Ziele der Energiewende, sodass von den langfristigen übergreifenden Zielen exogener Druck ausgeht, der den Strukturwandel nachhaltig unterstützt. Die neuen innovationspolitischen Herausforderungen müssen zusätzlich mit

⁴ Geels, F. W. (2002): Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. In: Research Policy, 31 (8/9), S. 1257–1274.

Maßnahmen im Hochschul- und Bildungssystem verbunden sein, da auch das Fachkräfteangebot auf die neuen (technologischen) Herausforderungen abzustimmen ist. Es entsteht ein Bedarf an neuen Berufs- und Ausbildungsfeldern. Politik und Wirtschaft stehen vor der Herausforderung, dem Bedarf mit neuen dualen Ausbildungskonzepten und Maßnahmen in der Hochschulbildung zu begegnen. Gleichzeitig können Systeminnovationen nur dann erfolgreich sein, wenn sie auf ein umfassendes Interesse und eine breite Akzeptanz auf Nutzerseite stoßen. Der Prozess der Transformation ist abgeschlossen, wenn die Systeminnovation auf eine umfassende Akzeptanz stößt und sich am Markt etablieren kann.

2. Themenfelder

Im Folgenden sollen einzelne Felder beschrieben werden, die das IIT aktuell in Bezug auf das Thema Systeminnovationen analysiert: Klima/(erneuerbare) Energietechnologien, Zukunftsmetropolen, Mobilitätslösungen und Bioökonomie.

Systeminnovationen für Klima/(erneuerbare) Energietechnologien

Wesentliche Gründe für den Umbau des Energiesystems liegen in den negativen Auswirkungen, die mit dem bestehenden System der Energieversorgung einhergehen. So werden bei der Verbrennung fossiler Energieträger Treibhausgase freigesetzt, die für den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur und damit für die durch den Klimawandel bedingten Risiken verantwortlich sind. Vor diesem Hintergrund sollen den Plänen der Bundesregierung zufolge bis zum Jahr 2050 folgende Ziele erreicht werden; die Meilensteine für das Jahr 2020 stehen in Klammern (BMUB 2013)⁵:

- ▶ Reduktion der Treibhausgasemissionen um 80 bis 95 Prozent gegenüber 1990 (2020: 40 Prozent)
- ▶ Verminderung des Primärenergieverbrauchs um 50 Prozent gegenüber 2008
- ▶ Absenkung des Stromverbrauchs um ca. 25 Prozent gegenüber 2008 (2020: 18 Prozent)
- ▶ Ausbau der Erneuerbaren Energien auf einen Anteil von 60 Prozent am Bruttoendenergieverbrauch (2020: 18 Prozent) bzw. 80 Prozent am Bruttostromverbrauch (2020: mindestens 35 Prozent)
- ▶ 2022 soll das letzte Atomkraftwerk in Deutschland vom Netz gehen

Durch die politischen Beschlüsse zum Klimaschutz und zur Energiewende entstehen verschiedene Herausforderungen, die sich in einer Vielzahl von konkreten Nachfragen nach innovativen Ideen und Konzepten äußern. So zum Beispiel in Form einer wirtschaftlichen Umsetzung für Technologien im Bereich der Energieeffizienz. Auch lassen sich Elektrofahrzeuge mit Hilfe IT-gestützter Lösungen direkt ans Stromnetz anschließen, um als Speicher Schwankungen im Strombedarf auszugleichen (siehe Abschnitt Elektromobilität). Verlässliche Windprognosen können zum Beispiel helfen, das Stromlastmanagement zu verbessern.

Aufgrund des systemischen Ansatzes müssen die verschiedenen Ansätze zum Umbau des Energiesystems koordiniert ablaufen. Die Ausbreitung bzw. Förderung von Erneuerbaren Energien im Kontext der Energiewende ist aufgrund der Komplexität nicht als politische Einzelmaßnahme möglich. Vielmehr bedarf es der Anwendung eines umfassenden „Policy-mixes“. Die besondere Herausforderung besteht also darin, verschiedene Maßnahmen zu implementieren, die der Komplexität des Innovationsprozesses im Allgemeinen und der Komplexität des Energiesystems im Speziellen gerecht werden. Damit einher geht ein erheblicher Koordinationsbedarf. Drei Dimensionen sind dabei von zentraler Bedeutung:

- 1) Fragen der horizontalen Koordination,
- 2) Fragen der vertikalen Koordination und
- 3) Fragen bezüglich der zeitlichen Dimension.

Mit Blick auf die horizontale Koordination geht es darum, wie Herausforderungen der Energiewende in das Konzept eines systemischen Innovationsverständnisses passen (siehe 2. Abschnitt).

Bei der vertikalen Koordination stehen Probleme der Abgrenzung der Zuständigkeiten zwischen regionaler, nationaler und internationaler Ebene im Vordergrund. Die zeitliche Dimension beleuchtet das Spannungsverhältnis zwischen kurz- und langfristigen Zielen, beispielsweise das Verhältnis zwischen den langfristigen Energie- und Klimazielen der Bundesregierung und aktuellen Anforderungen zum Beispiel aufgrund der Entscheidungen zum beschleunigten Umbau des Energiesystems und die daraus resultierenden Anforderungen an den Netzausbau.

Das Betreten von Neuland im Rahmen der Energiewende bringt mit sich, dass Lernprozesse nahezu allgegenwärtig sind. Wichtig dafür sind Vernetzungseffekte, die eine Absorption von vorhandenem Wissen („Wissens-Spillover“) zum Beispiel aus dem Ausland, ermöglichen. Aus forschungspolitischer Sicht liefern Modellversuche bzw. technologische Nischen einen wichtigen Beitrag

5 BMUB (2013): Weiterentwicklung des internationalen Klimaschutzes – auf dem Weg zu einem Klimaabkommen für das 21. Jahrhundert. Online unter: www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/internationale-klimapolitik/klimaschutz-nach-2012/

zur Implementierung von Lernprozessen. Die Diffusion des generierten Wissens kann im Erfolgsfall positive Wissens-Spillovers generieren oder im Falle eines Misserfolges wichtige Erkenntnisse liefern, um das Risiko möglicher Fehlinvestitionen zu reduzieren. Die Erfahrung zeigt darüber hinaus, dass mit der Innovation bzw. der Markteinführung einer bestimmten Technologie umfassende Lernkurven einhergehen, die erhebliche Kostendegressionen begünstigen.

Systeminnovationen für Zukunftsmetropolen

Die stetig zunehmende Urbanisierung gilt als eine der wesentlichen (global anzutreffenden) Triebkräfte für gesellschaftliche, soziale und ökonomische Transformationsprozesse.⁶ In nahezu allen Erdteilen – auch in Europa – hält die Tendenz zur Verstädterung unvermindert an. In Ländern mit hohem Bevölkerungswachstum entstehen zunehmend sogenannte „Megastädte“ mit immensen Herausforderungen und Chancen für die dort lebenden Menschen. Es wachsen jedoch nicht nur bisher vergleichsweise unbekannt Städte in Schwellenländern, der Trend zur Urbanisierung hält auch in Industrieländern und den dortigen „alten“ Metropolen an.

Damit sind Großstädte durch einen stetigen Wandel und durch eine stetige Weiterentwicklung geprägt. Dies gilt nach wie vor für die Städte der Gegenwart und erst recht für die Metropolen der Zukunft. Technologischer Fortschritt ist dabei eine wichtige Determinante, um die sozialen Veränderungsprozesse menschengerecht, mobilitätssicher, ressourceneffizient und krisenfest zu gestalten.

Besonders interessant erscheinen Urbanisierungsszenarien, die den systemischen Einsatz von (stark technologisch begründeten) Innovationen unter Berücksichtigung sozialer Verantwortlichkeit entwerfen und gleichzeitig tragfähige Geschäftsmodelle nachweisen. Im System der Stadt von morgen kommen die Technologien zum Einsatz und werden die Innovationen eingesetzt, die heute bereits verfügbar sind. Erfolgsentscheidend für zukünftige Strategien wird vor allem die Zusammenführung neuer Technologien (die geprägt sind durch kurz- und mittelfristige Innovationszyklen) mit der teilweise jahrzehntealten Stadtinfrastruktur (Straßen, Gebäude, Ver- und Entsorgungswege) sein. Das Zusammenspiel intelligenter Kommunikationstechnologien (zum Beispiel durch die Nutzung von sensorischer Umgebungszintelligenz) mit traditionellen Industriezweigen wird bereits durch autonome Systeme, das Internet der Dinge oder in Logistikprozessen erfolgreich angewendet. Der nachhaltige Einsatz von

derartigen Systeminnovationen in Städten steht noch aus, dürfte aber in naher Zukunft beginnen.

Städte sind – bedingt durch ihre Größe und Einwohnerzahl – in ihrer Gesamtheit eher ungeeignet, um technologische Nischen zu schaffen. Sinnvoll erscheint vielmehr, Stadt-Teilsysteme als Nische zu nutzen. Dabei ist in der Auswahl der gewählten Technologien die jeweils vorhandene Infrastruktur ebenso zu berücksichtigen wie die Bedarfslage der Bewohner. Auch bei der Einführung von Systeminnovationen in Stadtquartieren ist ein „langer Atem“ notwendig, ehe der nachhaltige Durchbruch der Innovationen gelingen kann. Die erfolgreiche Umsetzung innovationspolitischer Strategien erfordert, dass die entscheidenden Entwicklungsschritte in eine übergreifende Vision eingebettet und alle beteiligten Akteure eingebunden werden. Es besteht ein Bedarf an speziellen Management- und Monitoringkompetenzen, um Systeminnovationen nachhaltig umzusetzen. Erfolgreich realisierte Pilotlösungen lassen sich aus der Nische heraus (zum Beispiel dem Stadtquartier) auf weitere Stadtgebiete übertragen bzw. können zum Vorbild für andere, vergleichbare Metropolen werden. Die Umsetzung und Erarbeitung spezifischer Lösungen findet global statt.

Aufgrund einer Fülle an Innovationen mit Bezug zur Zukunftstadt haben Unternehmen aus Deutschland gute Chancen, sich als wettbewerbsfähiger Anbieter von Lösungen im globalen Umfeld zu positionieren. Dies setzt wiederum voraus, dass zur Einschätzung des verfügbaren Technologiepotenzials und seiner zu erwartenden Auswirkungen innerhalb der Metropolen auch nicht-technische Aspekte Berücksichtigung finden. Insbesondere eine verbesserte Lebensqualität und die Berücksichtigung von unterschiedlichen Belangen der Bevölkerung (zum Beispiel unter Berücksichtigung des demografischen Wandels) charakterisieren lebenswerte und zukunftsfähige Metropolen.

Städte sind per se soziale Netzwerke bzw. eine Kombination einzelner Netzwerke (in Stadtquartieren), die in eine soziale Ordnung eingebunden sind. Ein erhebliches Potenzial bietet die intelligente Vernetzung von Technologie und Nutzern. Relevante Stakeholder für die Weiterentwicklung zu intelligenten Metropolen sind Technologieanbieter, Systembetreiber und weitere Wirtschaftsvertreter sowie politische Akteure mit gesellschaftlich übergeordneten Interessen. Um Systeminnovationen zur Zukunftsfähigkeit von Städten einsetzen zu können, muss eine Kultur der Zusammenarbeit dieser Akteure über Branchengrenzen hinaus entstehen und ausgebaut werden. Benötigt werden neue Formen der Kommunikation und Vernetzung von Komponenten und Kompetenzen. Die Interoperabilität der eingesetzten

6 Vgl. Horx, M. (2011): Das Megatrend Prinzip. München.

Systemlösungen muss ebenso gewährleistet sein wie eine mittelfristige Perspektive für Geschäftsmodelle. Nur dann werden die privaten Akteure notwendige Initialressourcen bereitstellen. Weitere relevante Aspekte sind Fragen zur Finanzierung. Zu oft blockieren Finanzengpässe oder fehlende Kooperationsbereitschaft von Akteuren die Realisierung von Referenzprojekten. In Städten führt die systemische Umsetzung fundamentaler, hoch innovativer Technologien zu starken Veränderungen von gesellschaftlichen Verhaltensmustern und Interaktionsstrukturen. Dies erfordert eine lange Einführungsphase und entsprechende Freiräume für Lernprozesse, um die Einführung zu verstetigen.

Urbane Lebens- und Ballungsräume verlangen nach komplexen Konzepten, die stetig neue Anforderungen an Performance und Resilienz technologischer Lösungen, an die Flexibilität der gewählten Strategie und an die sozialen Kompetenzen der beteiligten Akteure stellen. Für das Stadtmanagement der Zukunft werden Fragen nach Ressourcenschonung und -effizienz, nach Mobilitäts- und Logistikkonzepten, nach bevölkerungsgerechter Gebäude- und Verkehrswegeplanung, aber auch nach neuen Chancen für Dienstleistungen aufgrund von verfügbaren Daten und deren Verknüpfungen mittels geeigneter IKT-Architekturen immer drängender. Systeminnovationen für Zukunftsmetropolen können die Basis für Urbanisierungsszenarien bilden, die den Einsatz von (eher technologisch begründeten) Innovationen unter Berücksichtigung sozialer Verantwortung abbilden und gleichzeitig tragfähige Geschäftsmodelle darstellbar machen.

Systeminnovationen für Mobilitätslösungen

Die Entwicklung zukunftsfähiger Lösungen für die Mobilitätsanforderungen von Menschen und Gütern werden zunehmend zu einer der zentralen Herausforderungen für Industrie, Forschungsteams und politische Entscheidungsträger weltweit. Wirksame Strategien zur Überwindung langer Wegstrecken zwischen Wohn- und Arbeitswelt, zur Überwindung von Problemen der Bewegungsfähigkeit älterer oder gesundheitlich eingeschränkter Menschen oder zur Bewältigung des zunehmenden Individualverkehrs in urbanen Lebensräumen erfordern innovative Mobilitätskonzepte. Damit einher geht die Anforderung zur Interaktion verschiedener technischer und gesellschaftswissenschaftlicher Fachdisziplinen. Somit stellt auch das Thema Mobilität klare Anforderungen an Systeminnovationen. Am Beispiel der Elektromobilität lassen sich diese exemplarisch verdeutlichen.

Die Bundesregierung hat in ihrem Regierungsprogramm Elektromobilität folgendes Ziel formuliert: „...bis zum Jahr 2020 sollen mindestens eine Million und bis 2030 mindestens sechs Millionen Elektrofahrzeuge auf den Straßen [in Deutschland] fahren“. Die Elektromobilität hat langfristig gesehen ein erhebliches (insbesondere auch globales) Marktpotenzial und kann gleichzeitig

positive Beiträge zum Klimaschutz leisten, wenn der Strom zum Betrieb der Elektrofahrzeuge aus erneuerbaren Energiequellen stammt. Die Verbindung zwischen Elektromobilität und Energiewende ist tiefgreifend: Elektroautos bieten Möglichkeiten, die Energiewende zugunsten Erneuerbarer Energien zu unterstützen, indem zum Beispiel Autobatterien als Energiespeicher dienen. Damit könnten künftig Elektroautos einen wichtigen Beitrag zur Netzstabilität leisten und so zum Erfolg der Energiewende beitragen. Über eine intelligente Netzinfrastruktur könnten sie auch als Stromlieferanten dienen und so für einen Lastenausgleich sorgen.

Bei der Unterstützung der Elektromobilität verfolgen Politik und Wirtschaft einen systemischen Ansatz. Die Bundesregierung setzt zum Erreichen der ausgegebenen Ziele bei der Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen an und fördert gezielt technologische Innovationen. Erforderlich für die Umsetzung in Mobilitätsangebote ist eine übergreifende Zusammenarbeit zwischen Universitäten/Forschungsinstituten, Wirtschaft und Staat. Dabei bestehen zweifellos große Koordinationsherausforderungen. Wenn es zum Beispiel nicht gelingt, öffentliche, privatwirtschaftliche und bildungspolitische Maßnahmen miteinander abzustimmen, dann kann es zu umfassenden Ineffizienzen kommen. Kunden werden Elektroautos zum Beispiel nur dann nachfragen, wenn ihnen die notwendige Ladeinfrastruktur und ein hochwertiger Service zur Verfügung steht.

Die Bundesregierung fördert die Elektromobilität durch Unterstützung von Schaufenstern (Nischen), die einen starken Demonstrationscharakter haben – durch die im Erfolgsfall aber eine Wirkung in die gesellschaftliche Breite möglich ist. Damit kann die Elektromobilität als disruptive Technologie zu einschneidenden ökonomischen und gesellschaftlichen Veränderungen führen. Dies erfordert eine intensive Auseinandersetzung mit den Erfolgsfaktoren, aber auch mit vorhandenen Barrieren und Ressentiments bei Produzenten und Kunden. Die Chancen der Elektromobilität liegen nicht nur im umweltfreundlichen Einsatz neuer Antriebskonzepte, sondern vor allem in vernetzten Anwendungen. Gleichzeitig gilt es einen Nutzerkreis (nicht zwangsläufig Käuferkreis, wie etwa die Nutzer von Car-Sharing-Angeboten) für die Elektromobilität zu begeistern, die zielführende Interaktion zwischen den verschiedenen Akteursgruppen zu erleichtern und die notwendigen Ressourcen der Ideenträger, Anwendungsentwickler und Finanzierungsgeber in Netzwerken zu bündeln.

Die Impulse zur Weiterentwicklung der Expertise in der Elektromobilität gehen in Deutschland von der Industrie, den wissenschaftlichen Einrichtungen, den öffentlich geförderten FuE-Projekten sowie den Akteuren der aufgebauten Schaufensterprojekte und Modellregionen aus. Aufgrund der grundlegenden technischen Entwicklungsschritte und der zu erwartenden gesellschaftlichen Auswirkungen ist ein organisierter Prozess

des Erfahrungsaustauschs von wesentlicher Bedeutung. Im Fokus der Markthochlaufphase werden daher insbesondere auch nicht-technische Maßnahmen stehen: Beispiele hierfür sind Aktivitäten zur Standardisierung von Prozessen (zum Beispiel die Nutzung der Ladeinfrastruktur), für Investitionen in die Infrastruktur, zur Anpassung des Rechtsrahmens, zur Umsetzung gesellschaftsrelevanter Innovationen (zum Beispiel Car-Sharing-Projekte), für eine bildungspolitische Etablierung und zur Förderung der gesellschaftlichen Akzeptanz.

Zur Realisierung der Potenziale der Elektromobilität sind systemisch aufgebaute Hardwarelösungen und vernetzte Dienstleistungsangebote notwendig. Erforderlich sind Technologien zur Steuerung des Ladens der Batterien oder die Verteilung ins Netz. Lösungen für eine intelligente Vernetzung und Steuerung verschiedener privater Anwendungen (Smart Home) und intelligente Verteilnetze (Smart Grid) gewinnen ebenfalls an Bedeutung. Zusätzliche Anforderungen entstehen an die Sicherheit von Stromnetzen und beim Austausch von Daten.

SystemInnovationen für die Bioökonomie

Entsprechend einer Definition des Bioökonomierates ist die Bioökonomie „[...] die wissenschaftliche Erzeugung und Nutzung biologischer Ressourcen, um Produkte, Verfahren und Dienstleistungen in allen wirtschaftlichen Sektoren im Rahmen eines zukunftsfähigen Wirtschaftssystems bereitzustellen“⁷. Dabei ist eine wichtige Zielstellung der Bioökonomie, biologische Ressourcen (Pflanzen, Tiere, Mikroorganismen) möglichst effizient, nachhaltig und schonend zu nutzen sowie die Biodiversität zu erhalten. Mit verschiedenen Maßnahmen fördert die Bundesregierung das Thema Bioökonomie seit vielen Jahren und hat im Jahr 2010 in der „Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“ das Ziel definiert, möglichst bis zum Jahr 2030 einen Strukturwandel von einer erdölbasierten hin zu einer biobasierten Industrie zu vollziehen.

In der Europäischen Union weist die Bioökonomie schon heute beeindruckende Zahlen auf: So sind bereits ca. 22 Millionen Menschen in diesem Bereich tätig und der Umsatz erreicht rund 2 Billionen Euro⁸. Jedoch sind nach wie vor große Anstrengungen erforderlich, um sich den Herausforderungen zu stellen, die dieser Strukturwandel mit sich bringt. Dabei ist vor allem die Einbindung vieler Akteure aus Politik, Wissenschaft, Wirtschaft und Industrie, aber auch aus der breiten Öffentlichkeit notwendig. Zusätzlich sind (technische) Innovationen erforderlich, die ihre Wirkung über Systemgrenzen hinweg entfalten. Daher ist

der Bioökonomieansatz als SystemInnovation anzusehen. Der Bioökonomieansatz erfordert die Integration vieler verschiedener Branchen. Dazu zählen die Land- und Forstwirtschaft, das Fischereiwesen, die Pflanzenzucht, die Nahrungsmittelindustrie, die Pharma-, Textil- und Papierindustrie sowie die Energiebranche. Auch andere Industriezweige (zum Beispiel der Maschinen- und Anlagenbau, die Umwelttechnik, der Bereich Automotive, die Bauwirtschaft etc.) werden betroffen sein, wenn sie verstärkt bio-basierte Roh- bzw. Grundstoffe einsetzen und verarbeiten wollen. Im Zentrum dieser Industrie werden Bioraffinerien stehen, die eine hoch effiziente energetische und stoffliche Nutzung von Biomasse sicherstellen sollen. Mitte 2012 wurde von der Bundesregierung hierzu auch die „Roadmap Bioraffinerien“ veröffentlicht. Auch hier sind noch vielfältige Aufgaben von Forschung und Wirtschaft zu lösen, um den nationalen und internationalen Strukturwandel hin zur Bioökonomie erfolgreich vollziehen zu können.

Die Forschung im Bereich der Bioökonomie und Biomasse hat in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen. Dies ist vor allem der Erkenntnis geschuldet, dass die Bioökonomie mittel- bis langfristig gesehen einen wichtigen, nachhaltigen Beitrag dazu leisten kann, sowohl Rohstoff- und Energieprobleme als auch Ernährungsfragen lösen zu können. Wichtig ist dabei, diese drei Aspekte nicht unabhängig voneinander zu betrachten. Das wurde insbesondere in der jüngeren Vergangenheit deutlich, als die Bioenergie in der öffentlichen Debatte als „Hauptschuldiger“ für steigende Nahrungsmittelpreise und den Hunger in der Welt („Tank-oder-Teller-Diskussion“) auserkoren wurde.

Bisher wurde Biomasse in der Öffentlichkeit vor allem als eine bedeutende Teilkomponente einer nachhaltigen Energieerzeugung angesehen, denn Biomasse ist speicherbar und kann sowohl zur Wärme- und Stromerzeugung als auch zur Treibstoffproduktion eingesetzt werden. Jedoch spielt auch die stoffliche Nutzung von Biomasse heute bereits eine große wirtschaftliche Rolle. Nachwachsende Rohstoffe werden zum Beispiel im Fahrzeugbau, im Kunststoff-, Textil-, Pharma- sowie im Kosmetikbereich erfolgreich eingesetzt, was jedoch in der breiten Öffentlichkeit häufig nicht bekannt ist. Daher kommt dem Dialog mit allen Beteiligten eine große Bedeutung zu – nicht zuletzt schon deshalb, weil die öffentliche Aufmerksamkeit einen gewissen Druck auf die handelnden Akteure erzeugt, der innovative Prozesse in Gang setzen kann. Insgesamt gesehen ist die Bioökonomie bereits auf einem guten Weg. Damit der Strukturwandel bis 2030 jedoch gelingen kann, bedarf es einer Intensivierung der Maßnahmen.

7 Bioökonomierat (2013): Auswertung: Dialog zur Bioökonomie, Berlin, 01.09.2013. Online unter: www.biooekonomierat.de

8 Europäische Union (2012): Innovation for a Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe. Brüssel.

3. Leitfragen zu Analysen im iit-Themenfeld SystemInnovationen

Innovationspolitische Neuorientierungen, die stärker in Systemen denken und damit Branchen- und Ressortgrenzen überwinden, stehen u. a. vor folgenden Leitfragen:

Koordination/Vernetzung:

- ▶ In welchem Kontext stehen nationale Politikmaßnahmen zu internationalen Formen der Kooperation/Koordination?
- ▶ Wie können politische Maßnahmen auf der Angebots- und Nachfrageseite optimal aufeinander abgestimmt werden?
- ▶ Welche Rolle kann die öffentliche Beschaffung bei der Förderung von SystemInnovationen spielen?
- ▶ Wie hoch ist die Notwendigkeit der öffentlichen Intervention, um SystemInnovationen erfolgreich zu implementieren?
- ▶ Wie lassen sich Akteure und Initiativen optimal vernetzen, um notwendige Lernprozesse zu unterstützen?

Akzeptanz:

- ▶ Wie bedeutend sind soziale Aspekte für SystemInnovationen?
- ▶ Was ist die Rolle bildungspolitischer Fragen im Kontext systemischer Innovationen?
- ▶ Wie kann die gesellschaftliche Akzeptanz von SystemInnovationen gewährleistet werden?
- ▶ Wie lässt sich ein kritisch-konstruktiver Diskurs zur ökonomisch-gesellschaftlichen Bedeutung von SystemInnovationen erreichen?

Marktentwicklung:

- ▶ Wie lassen sich aus kleinen Nischen heraus (internationale) Leitmärkte erobern?
- ▶ Wie gestaltet man die Zusammenarbeit von Forschung und Wirtschaft, damit SystemInnovationen schnell und erfolgreich umgesetzt werden („vom Labor auf den Markt“)?
- ▶ Wie lassen sich Netzwerke aus Anbietern und Nutzern gestalten, um SystemInnovationen zum Marktdurchbruch zu verhelfen?
- ▶ Wie lassen sich SystemInnovationen in tragfähige Geschäftsmodelle überführen?
- ▶ Wie lassen sich zukünftige Trends und die notwendigen Teilschritte identifizieren, die für die Entwicklung der jeweiligen SystemInnovation von besonderer Bedeutung sind?

Kontakt:

*Institut für Innovation und Technik (iit)
Steinplatz 1, 10623 Berlin*

Martin Richter

Tel.: 030 310078-253

E-Mail: richter@iit-berlin.de

Uwe Seidel

Tel.: 030 310078-181

E-Mail: seidel@iit-berlin.de

Dr. Leo Wangler

Tel.: 030 310078-434

E-Mail: wangler@iit-berlin.de

iit-Perspektive Nr. 17

April 2014

Layout: Jennifer Büttner