



Josef Fröhlich

Geb. 1952 in Graz. Josef Fröhlich promovierte 1977 in Graz zum Dr. phil. in theoretischer Physik und Mathematik. Nach einem mehrjährigen Aufenthalt an der technischen Universität Karlsruhe habilitierte er sich 1986 für theoretische Physik. Seit mehr als 25 Jahren beschäftigt er sich wissenschaftlich mit Innovationsökonomie, Managementwissenschaften und der Analyse, Simulation und Transformation komplexer sozialer und natürlicher Systeme. 2007 wurde ihm von der Wirtschaftsuniversität Wien die Honorarprofessur für Wirtschaftsgeographie verliehen.

Josef Fröhlich ist Gesamtprokurist im AIT – Austrian Institute of Technology in Wien und leitet das AIT-Department Foresight & Policy Development. Parallel dazu hält er Vorlesungen an mehreren Universitäten, betreut StudentInnen bei Diplomarbeiten und Dissertationen und hat Aufsichtsrats- und Beiratsfunktionen in Forschungs- und Weiterbildungsorganisationen.

In den letzten 25 Jahren hat Josef Fröhlich zahlreiche Forschungsprojekte für Politik und Wirtschaft bearbeitet, in denen er sich unter anderem mit der Erstellung von wissenschaftlichen Gutachten, der Entwicklung von Strategien, Instrumenten und Programmen für die Österreichische, Europäische und Chinesische Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik, der Infrastrukturpolitik und dem Forschungs- und Innovationsmanagement befasste.

Kontakt Prof. Dr. habil. Josef Fröhlich
AIT Austrian Institute of Technology GmbH
Tech Gate Vienna
Donau-City-Straße 1, 1220 Wien
Tel.: +43(0) 50550-4501
E-Mail: josef.froehlich @ ait.ac.at



Wolfgang Czerny

Wolfgang Czerny, geb. 1949 in Wien, absolvierte das Doktoratsstudium in Physik (Kernphysik) und Mathematik 1975 an der Universität Wien. Im Anschluss Programmier-tätigkeit (IBM), Forschungsarbeiten am Institut für Radiumforschung und Kernphysik in Wien, sowie Studium der Systemtheorie und Kybernetik.

Nach einigen Jahren selbstständiger Tätigkeit seit 1989 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am AIT Department Foresight and Policy Development (vormals Forschungszentrum Seibersdorf, Bereich systems research) beschäftigt.

Tätigkeitsschwerpunkte sind die Innovationsforschung mit einem speziellen Fokus auf systemische Aspekte. In diesem Zusammenhang stehen auch Arbeiten zu Innovation und Medien sowie Innovation und Bildung.

Josef Fröhlich und Wolfgang Czerny

Komplexität als Herausforderung für eine nachhaltige Infrastrukturpolitik

In den 70er Jahren entwickelte sich, ausgehend von dem Ölkonzern Shell, eine neue Planungsform für das Management von Unternehmen und Konzernen. Es handelte sich um die ersten Ansätze zu einer strategischen Unternehmensplanung. Ausgangspunkt dafür waren die zunehmende Dynamik des Umfeldes, beobachtet zu allererst bei den Märkten. Dieser Dynamik wollte man durch längerfristige Planungshorizonte begegnen, an denen sich das operative Management orientieren sollte. Zur wachsenden Dynamik der Märkte kam durch neue Informationstechnologien ein deutlicher Anstieg der Dynamik bei neuen Technologien hinzu. Diese zunehmende Dynamik resultierte vor allem aus der Tatsache, dass Informationstechnologien sogenannte Querschnittstechnologien waren und sind, die nicht mehr einer Branche zuordenbar waren, sondern sowohl den Produktionsbereich als auch das Spektrum der Produkte durch das Möglicherwerden zahlreicher neuer Funktionen enorm und rasch erweiterte.

Neue Informations- und Kommunikationstechnologien erhöhten jedoch nicht nur die Dynamik von Veränderungen in den meisten Branchen, sie brachten auch völlig neue Möglichkeiten für die Kommunikation und Interaktion zwischen Individuen, Organisationen und für die Gesellschaft insgesamt mit sich. Dementsprechend waren die zu Ende gehenden Jahre des vergangenen Jahrhunderts geprägt von einem Bemühen des Managements und der Politik, diese Dynamik, die sich durch den Übergang der Industriegesellschaft in die Informationsgesellschaft ausdrückte, zu bewältigen.

Bereits in den 90er Jahren erkannte die Wissenschaft, dass eine Bewältigung der Dynamik von Technologien und Märkten nicht ohne Berücksichtigung eines heute immer bedeutender werdenden Phänomens möglich war, nämlich der kontinuierlichen Zunahme der Komplexität der Systeme, in die Management und Politik zum Zwecke der Steuerung eingreifen. Aufgrund der Eigenschaften komplexer

*Shell:
Erste Ansätze
strategischer
Planung*

*Wachsende
Dynamik*

*Neue Informations-
technologien*

*Zunehmende
Komplexität
der Systeme*

**Keine linearen
Prozesse mehr**

**„Grand
Challenges“**

**Von Steuerung
zu Governance**

Systeme, die sich fundamental von einfachen Systemen unterscheiden, verliert die klassische Steuerung sowohl im Unternehmensmanagement als auch in der Politik an Bedeutung. Dies führt dazu, dass das Management von Organisationen heute nicht mehr von linearen Prozessen ausgehen kann und Interaktionen innerhalb der Organisation, mit dem Umfeld, wie das Konzept von „Open Innovation“ demonstriert, zu den Überlebensstrategien von Unternehmen werden. Insbesondere stellt die Komplexität der Systeme aber zunehmend die zentrale Herausforderung für die Politik dar. Die heute viel diskutierten „Grand Challenges“, wie etwa Ressourcenknappheit bei Energie und Fläche, Klimawandel / CO₂-Problematik, Mobilitätsentwicklungen und -bedürfnisse, Demographischer Wandel, Globalisierung / Wettbewerbsfähigkeit / Beschäftigung sowie sozialer Zusammenhalt und Sicherheit, haben häufig ihren Ursprung in der Komplexität sozialer Systeme und der zunehmenden Vernetzung dieser mit natürlichen / Ökosystemen. Für die unterschiedlichsten Politikbereiche ergibt sich daraus ein Übergang von Steuerung zu Governance um langfristig wirtschaftliches Wachstum ebenso wie kontinuierliche Verbesserung der Lebensqualität sicherzustellen.

1. Die Steuerung komplexer Systemen

**Chaos- und
Komplexitätstheorie**

Stephen Hawking

**Simulation
und Szenarien**

Um Konsequenzen aus der Komplexität von Systemen für deren Steuerung zu verstehen, empfiehlt es sich, die grundsätzlichen Eigenschaften dieser Systeme nochmals vor Augen zu führen. In den letzten Jahrzehnten haben sich in Wissenschaft und Forschung Theorien des Chaos, der Komplexität und der Idee einer neuen nicht linearen Wissenschaft etabliert. Ihre Wurzeln haben diese Forschungsrichtungen in der Physik und Biologie. In den letzten Jahren haben diese Ideen auch Eingang in den Theorie- und Methodenkanon der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften gefunden. Damit scheint sich Stephen Hawkins Ausspruch zu bewahrheiten, indem er sagt: „Complexity will be the Science of the 21st Century“. Der Durchbruch in der Komplexitätsforschung in den letzten Jahrzehnten ist eng mit der Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologien verbunden. Erst die raschen und mit riesiger Speicherkapazität ausgestatteten Computer haben es möglich gemacht, Simulationen der Entwicklung komplexer natürlicher und sozialer Systeme vorzunehmen und damit Szenarien für mögliche Entwicklungen dieser Systeme zu zeichnen.

Komplex versus kompliziert

Komplizierte Systeme lassen sich verstehen, indem man sie in ihre Einzelteile zerlegt. Eine Auflösung der Verknüpfungen erlaubt es, zu einem Verständnis des Gesamtsystems zu kommen. Ein Beispiel hierfür wäre ein Labyrinth. Hat man einmal verstanden, wie sich die Abfolge der unterschiedlichen Wege zum Ziel aneinanderreihen, kennt man die Gesamtlösung des Systems. Durch eine einfache Regel kann aus dem komplizierten aber „einfachen“ System ein komplexes System entstehen. Unter der Annahme, dass an gewissen Weichen des Labyrinths, diese abhängig von der Besucherdichte, die Besucher in die entgegengesetzte Richtung lenken, entsteht durch diesen Rückkopplungsmechanismus aus dem komplizierten System ein komplexes System. Rückkopplungsmechanismen sind ein typisches Kennzeichen komplexer Systeme.

*Beispiel des
Labyrinths*

*Rückkoppelung
und Komplexität*

Zahlreichen Wissenschaftsdisziplinen setzen sich mit Fragen zur Komplexität auseinander. Diese Disziplinen verwenden je nach Forschungsfrage und Erkenntnisziel zum Teil sehr unterschiedliche Definitionen für Komplexität. Einen Ausweg aus diesem Dilemma bietet der Fokus auf komplexe Systeme und deren Definition an Stelle einer Definition von Komplexität. So definierte Steven Levy 1992 „komplexe Systeme“ wie folgt:

*Stefen Levys
Definition*

„A complex system is one whose components interact with sufficient intricacy that they cannot be predicted by standard linear equations; so many variables are at work in the system that its overall behavior can only be understood as an emergent consequence of the holistic sum of all myriad behaviors embedded within. Reductionism does not work with complex systems, and it is now clear that a purely reductionist approach cannot be applied when studying life: in living systems the whole is more than the sum of its parts“.

„many variables“

„holistic sum“

*Das Ganze ist
mehr als die
Summe der Teile*

Für soziale Systeme, die es seitens des Managements oder der Politik zu gestalten gilt, bietet sich in Anlehnung an deren Modellierung mit Hilfe intelligenter Agenten folgende Definition an:

- Komplexe soziale Systeme bestehen aus einer – meist großen – Anzahl (mindestens drei) von Akteuren (Elementen).
- Diese Akteure sind durch eine Vielzahl von Relationen und Verknüpfungen miteinander verbunden, die es er-

Zahl der Elemente

*Zahl der
Relationen*

möglichen, dass sie in nicht trivialer Form interagieren können.

Rückkopplung

- Zwischen den Akteuren gibt es Feedback-Loops; diese können das Systemverhalten sowohl positiv als auch negativ beeinflussen.

Selbstorganisation

- Die Akteure in komplexen Systemen passen sich an ihr Umfeld durch Selbstorganisationsprozesse an.

**Oft fehlt
Kausalität**

Eines der größten Probleme bei dem Versuch, komplexe Systeme zu steuern, ist die Tatsache, dass Kausalität in komplexen Systemen nicht immer erhalten ist. Dies bedeutet, dass die Auswirkungen von Interventionen in komplexe Systeme nicht vorhersehbar sind. Selbst geringfügige Interventionen können zu prinzipiell drei unterschiedlichen Ergebnissen führen. Erstens können Interventionen in komplexe Systeme keinen oder nur einen vernachlässigbaren Effekt auslösen. Zweitens besteht die Möglichkeit, dass sie zu Veränderungen führen, die kausal verständlich sind und drittens können selbst kleine Interventionen komplexe Systeme in einen chaotischen Zustand überführen. Vor diesem Hintergrund eignen sich klassische Steuerungsprozesse zunehmend weniger zur Orientierung komplexer Systeme.

Modelle von Innovationsprozessen im Wandel

FTI-Politik

Am Beispiel von Innovationen zeigt sich heute schon deutlich der Bedarf sowohl auf der Ebene des Innovationsmanagement, als auch seitens der Forschungs-, Technologie- und Innovations- (FTI-)Politik, neue Konzepte und Wege durch die Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen für das Hervorbringen von Innovationen in Unternehmen zu beschreiten. Die Forschung zu Innovationsprozessen verdeutlicht, dass sowohl im Bezug auf die Auslöser von Innovationsprozessen im Lauf der Zeit unterschiedliche Vorstellungen entwickelt wurden, als auch im Bezug auf die Abfolge unterschiedlicher Phasen in Innovationsprozessen ein kontinuierlicher Wandel im Verständnis zu erkennen ist. Aus der heutigen Perspektive unterscheidet man mindestens fünf unterschiedliche Modelle von Innovationsprozessen. Sie reichen vom so genannten „Technology Push“ Modell der 50er und 60er Jahre über das „Market Demand“ Modell der 60er und beginnenden 70er Jahre bis hin zum in den 90er Jahren entwickelten Modell der Systemintegration. In letzterem Modell geht die Wissenschaft davon aus, dass der Innovationsprozess ein Interaktionsprozess ist, in

**Fünf Modelle
von Innovations-
prozessen**

Systemintegration

den nahezu alle Bereiche eines Unternehmens involviert sind. Diese interagieren in unterschiedlicher zeitlicher Abfolge miteinander, wobei die Interaktion sich im Wesentlichen als Austausch von Informationen und Wissen darstellt. Darüber hinaus verschwimmen die Unternehmensgrenzen in Innovationsprozessen, indem ein wesentlicher, wenn nicht zentraler Bestandteil von Innovationsprozessen in der Interaktion mit anderen Organisationen wie anderen Unternehmen, Forschungseinrichtungen oder Universitäten liegt. Der Innovationsprozess ist spätestens im Modell der Systemintegration nicht mehr als linearer Prozess beschreibbar, sondern als komplexer Prozess, in den die unterschiedlichsten Akteure innerhalb und außerhalb eines Unternehmens involviert sind.

*Austausch von
Information und
Wissen*

*Komplex
statt linear*

Zunehmende Komplexität von Innovationssystemen als zentrale Herausforderung für Management und Politik

Das Modell der Systemintegration für Innovationsprozesse auf der Mikroebene manifestiert sich auf der Makro-Ebene in der evolutionären Ökonomie in Form der Heuristik von Innovationssystemen. Bereits in den 90er Jahren definierte man Innovationssysteme als ...alle privaten und öffentlichen Organisationen, deren Interaktionen einen Beitrag zur Entwicklung neuer Technologien, Produkte oder neuer Organisationsformen leisten. Innovationssysteme, seien es Regionale, Nationale oder Sektorale Innovationssysteme, sind Systeme, deren Komplexität kontinuierlich ansteigt. Die Zunahme der Komplexität lässt sich anhand dreier Faktoren erkennen:

*Innovations-
systeme*

- Die Differenzierung der Akteure in Innovationssystemen schreitet kontinuierlich voran. Dadurch erhöhen sich einerseits die Anzahl der Akteure und andererseits die Funktionen, die sie wahrnehmen.
- Die unterschiedlichen Funktionen, verteilt auf mehr Akteure führt zu immer neuen Spielregeln. Auch damit steigt die Komplexität der Innovationssysteme.

*Akteure und
Funktion*

Neue Spielregeln

Empirisch lassen sich beide Phänomene in Innovationssystemen am Beispiel von Agenturen demonstrieren. Für zahlreiche Aufgaben greift die FTI-Politik auf eine Ausgliederung in sehr häufig neu gegründete Agenturen, z.B. zur Förderung von Forschung und Entwicklung, zurück, da sie sich von diesen Organisationen eine größere Effizienz erwartet als sie im Bereich der öffentlichen Verwaltung

*Gründung von
Agenturen*

Förderpolitik

möglich ist. Die Etablierung dieser Agenturen führt zu neuen Förderrichtlinien und Förderprozeduren, die zu einer Erhöhung der Komplexität durch neue – zusätzliche – Institutionen führt. Neben diesen zwei Faktoren

- trägt die Internationalisierung von F&E zu einer Erhöhung der Komplexität von Innovationssystemen wesentlich bei.

Zunehmende Internationalität

Während in den 1980er Jahren die Anzahl von österreichischen Ko-Patenten mit ausländischen ErfinderInnen bei 10% lag, wuchs die Anzahl über die letzten Jahre stark an; 2003 wurden bereits mehr als 25% der von österreichischen Organisationen am Europäischen Patentamt angemeldeten Erfindungen gemeinsam mit ausländischen Organisationen angemeldet. Dass damit eine Erhöhung der Komplexität von Innovationssystemen einhergeht, erklärt sich von selbst.

Neue Managementprozesse

Mit diesen wissenschaftlich erzielten Erkenntnissen über Innovationsprozesse und -systeme, ergibt sich notwendiger Weise ein Bedarf für einen, an die Komplexität von Innovationsprozessen angepassten, Managementprozess. Selbiges gilt für die Orientierung und Gestaltung von Innovationssystemen, die neue Governance Konzepte der FTI-Politik erfordern.

2. Neue Herausforderungen für die Infrastrukturpolitik

Infrastruktur

Hochwertige physische Infrastruktursysteme bilden die Lebensadern unserer modernen Gesellschaft. Unter Infrastruktursystemen versteht man technische und soziale Einrichtungen für die Daseinsvorsorge der Bevölkerung und die wirtschaftliche Entwicklung eines Landes. Zu ihnen zählen die baulichen Ausstattungen der spezifischen Infrastruktur einschließlich aller technischen Anlagen und organisatorischen Strukturen zur Sicherung des Betriebs, der Benutzung und des Erhalts dieser Infrastrukturen. Beispiele für Infrastruktursysteme sind Verkehrsnetze, Energieversorgung, Telekommunikationsnetze oder Wasser- und Entsorgungsnetze. Infrastruktursysteme liefern somit die Voraussetzungen und damit die Rahmenbedingungen für die Realisierung gesellschafts- und wirtschaftsrelevanter Prozesse, beispielsweise Transporte von Personen und Gütern, Austausch von Informationen, Kommunikation, Ver- und Entsorgung oder Versorgung mit Energie. Sie prägen unser

Versorgungssysteme

Leben und alle wirtschaftlichen Tätigkeiten und sind ein Fundament für Wohlstand und Lebensqualität.

Aus systemischer Sicht liegt die Hauptaufgabe der Infrastrukturpolitik in der Bereitstellung von Infrastruktur und – dienstleistungen im demokratischen Ausgleich zwischen dem gesellschaftlich, räumlich differenzierten Bedarf und den ökonomischen, sozio-kulturellen und ökologischen Rahmenbedingungen vor dem Hintergrund und dem Potenzial technologischer Optionen.

*Demokratischer
Ausgleich*

Dabei ist die Infrastrukturpolitik mit unterschiedlichsten Herausforderungen konfrontiert. Ressourcenknappheit bei Energie und Fläche, Klimawandel/CO₂-Problematik, Mobilitätsentwicklungen und -bedürfnisse, demographischer Wandel, Globalisierung / Wettbewerbsfähigkeit / Beschäftigung sowie sozialer Zusammenhalt und Sicherheit sind einige der großen Herausforderungen. Zu deren Lösung bietet sich Forschung, Technologie und Innovation (FTI) an. FTI haben dabei die grundlegende Aufgabe, die Ursachen für die Herausforderungen abzuklären, Barrieren für deren Lösung ausfindig zu machen, Vorschläge für die Überwindung der Barrieren zu entwickeln und Lösungen zu erarbeiten. Dabei darf nicht außer Acht gelassen werden, dass einerseits Infrastruktursysteme zum Teil diese Herausforderungen verursachen, die etwa im Bereich Klima und Energie bereits Bedrohungscharakter annehmen, andererseits aber in neuer Form wesentlich zur Lösung dieser Herausforderungen beitragen können.

*Die großen
Herausforderungen*

Neben den bisher diskutierten Herausforderungen stellt die zunehmende Komplexität des Politiksystems als solches eine riesige Herausforderung für die Entwicklung von Infrastruktursystemen dar. Dies resultiert erstens aus der Tatsache, dass Infrastruktursysteme und deren Entwicklung unter dem Einfluss unterschiedlicher Politikebenen stehen. Regionale, nationale und internationale (europäische) Infrastrukturpolitik kann von unterschiedlichen Zielvorstellungen und Interessen geprägt sein und so bei Veränderungsprozessen Barrieren aufbauen. Neue Konzepte für eine Multi-Level Governance sind demgegenüber notwendig und zum Teil neu zu konzipieren. Zweitens erhöht der Einfluss unterschiedlicher anderer Politikfelder auf Infrastruktursysteme die Komplexität für die Infrastrukturpolitik. Strategien und Maßnahmen von Energiepolitik, Klimapolitik, Regionale Standortpolitik, Industriepolitik, Sozialpoli-

*Wachsende
Komplexität des
Politiksystems*

Mehr Politikebenen

*Multi-Level-
Governance*

Knappere Finanzmittel des Staates

tik oder Raumordnungspolitik können zum Teil nur schwer vorhersehbare Auswirkungen auf Infrastruktursysteme mit sich bringen. Last but not least wird der Handlungsspielraum des Staates in der Infrastrukturpolitik durch knapper werdende finanzielle Ressourcen zunehmend eingeschränkt. Langfristig geplante Teile von Infrastruktursystemen können dadurch nicht oder deutlich später realisiert werden und führen dazu, dass die Effektivität von Infrastruktursystemen leidet.

Ziele von Kommission und Bundesregierung

Lissabon-Strategie

Da effiziente, moderne, zuverlässige und anpassungsfähige Infrastrukturnetze als Lebensadern unserer Gesellschaft von ausschlaggebender Bedeutung sind, zählt deren kontinuierliche Verbesserung zu den vorrangigen politischen Zielen in der Europäischen Kommission wie auch in der österreichischen Bundesregierung. Die systematische Integration der zwei Schlüsselfaktoren der europäischen Lissabon-Strategie für Wachstum und Beschäftigung, nämlich einerseits Forschung, Technologie und Innovation und andererseits Infrastrukturerneuerung, wird im Rahmen des Konjunkturplans der Europäischen Union (EU) de facto als Erfolgsbedingung definiert. Auch im österreichischen Regierungsprogramm wird in Zusammenhang mit dem notwendigen Ausbau einer modernen und zukunftssichernden Infrastruktur die nachhaltige Integration von Forschung, Technologie und Innovation in Infrastrukturerneuerung als notwendig erachtet.

3. Erste Schlussfolgerungen für die Infrastrukturpolitik

FTI als Schlüsselfaktoren

Die Bewältigung der in Kapitel 2 beispielhaft angeführten Herausforderungen verlangt intensive Anstrengungen in Forschung und Entwicklung und den Einsatz neuester Technologien in Infrastruktursystemen. Forschung, Technologie und Innovation sind Schlüsselfaktoren für die Lösung der Herausforderungen. Die bestehenden Infrastruktursysteme sind nur bedingt geeignet, den Anforderungen, die von Politik und Gesellschaft an sie schon jetzt gestellt werden zu entsprechen. Einerseits sind erhebliche Effizienzsteigerungen (z. B. hinsichtlich Ressourcenverbrauch und Kapazitäten) notwendig. Allein diese machen es erforderlich, Innovationen einzubeziehen – und somit Forschung, Technologie und Entwicklung – verstärkt zum Einsatz zu bringen. Andererseits bedarf es der Einbeziehung von Stakeholdern und der interessierten Bevölkerung, um dem Prinzip von Nachhaltigkeit in der Entwicklung und

Einbeziehung von Stakeholdern

Umsetzung neuer Infrastruktur, aber auch in der Erneuerung und Anpassung an die Bedürfnisse bestehender Infrastruktur, Rechnung zu tragen.

SIIP – Sustainable Innovation-oriented Infrastructure Policy

Eine „Nachhaltige Innovationsorientierte Infrastrukturpolitik (SIIP)“ ist das angemessene Mittel einer modernen Politik, der Aufgabe gerecht zu werden, die notwendige Erneuerung der Infrastruktursysteme auf Basis von Forschung, Technologie und Innovation effektiv umzusetzen. Damit leistet sie einen entscheidenden Beitrag zur Bewältigung oben genannter Herausforderungen und zur Erfüllung entsprechender regionaler, nationaler und internationaler Politikziele.

SIIP

Warum ist der Nachhaltigkeits- und Innovationsaspekt für eine künftige Infrastrukturpolitik so wichtig?

Notwendige Nachhaltigkeit

Nachhaltige Innovationen im Infrastrukturbereich entfalten ihre maximale Wirkung nur dann, wenn auch das Repertoire an Maßnahmen aus FTI-Politik sowie angrenzenden Politikbereichen, insbesondere in Kombination mit Infrastrukturpolitik, koordiniert zum Einsatz gebracht wird. Ansonsten sind folgende Probleme zu erwarten:

1. Die Modernisierung und Erneuerung findet nicht statt wie gesellschaftlich erforderlich und notwendig
2. Infrastruktursysteme erfüllen ihre gesellschaftspolitische und ökonomische Funktion nicht optimal
3. Nachhaltig positive Effekte von Forschung, Technologie und Innovation können nicht lukriert werden

Ohne SIIP drohende Probleme

Auf Ebene der Politik bedeutet dies, Infrastrukturpolitik gezielt mit Forschungs-, Technologie- und Innovations-Politik zu koppeln. Damit werden systematisch Innovationen und neueste Entwicklungen integriert. Darüber hinaus bietet eine derartige Kopplung auch für die Wirtschaft zahlreiche Vorteile. Erstens bietet die FTI-Politik den Anbietern von Infrastruktursystemen die Möglichkeit, bei Forschung und technologischer Entwicklung auf Förderungen der öffentlichen Hand zurückzugreifen. Neben der direkten Förderung von Forschung und Entwicklung besteht in der FTI-Politik zunehmend die Chance, kostengünstig Kooperationen mit angewandten Forschungsorganisationen oder Universitäten zu nutzen. In diesem Zusammenhang sei auf die Förderung kooperativer Forschung in den Rahmenprogram-

Förderungen der öffentlichen Hand

Kooperative Forschung

**Nationale
und EU-Ebene**

men der Europäischen Union oder auch auf die nationale Forschungsförderung verwiesen. Das dazu geschaffene Kompetenzzentrenprogramm Österreichs wird international als Best Practice Beispiel für die Förderung von Kooperationen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft bezeichnete. Auch die Installierung von Testbeds ist eine wichtige Unterstützung für die Anbieter von Infrastruktursystemen; sie erlaubt der Industrie, ihre ersten Entwicklungsleistungen in realen Anwendungskonstellationen, eventuell gemeinsam mit potenziellen Infrastrukturbetreibern, zu testen. Schließlich bieten Pionieranwendungen für Infrastrukturanbieter die Möglichkeit, bei weiteren Anwendungsfällen auf erste Realisierungen und deren Vorteile verweisen zu können.

**Kompetenz-
Zentren**

Multitasking

Der neue und zentrale Nutzen einer solchen Politik besteht in ihrer Fähigkeit zum „Multitasking“: Sie adressiert die gesellschaftliche Nachfrage nach Beschäftigung, Sicherheit, Ökologisierung, Erneuerung und Aufschwung. Kurzfristige Ziele, wie etwa Konjunkturbelebung durch Investitionen in eine moderne Infrastruktur, können parallel zu langfristigen wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und ökologischen Herausforderungen verfolgt werden, womit ein maximaler, und vor allem nachhaltiger Nutzen geschaffen wird.

SIIP

Die systematische Implementierung einer „Nachhaltigen Innovationsorientierten Infrastrukturpolitik“ ist ein ambitioniertes und komplexes, gleichzeitig aber auch Erfolg versprechendes Vorhaben. Eine konsequente Kopplung hin zu einer „Nachhaltigen Innovationsorientierten Infrastrukturpolitik“ – als Ergänzung zu Instrumenten der gegenwärtigen Infrastrukturpolitik – erfordert die Bereitschaft, bestehende Herausforderungen auf diesem Weg anzunehmen und existierende Barrieren zu verringern. Dies gilt insbesondere auch für die Infrastrukturbetreiber. Diese sind sehr häufig für die Umsetzung einer solchen strategischen Kopplung zuständig und sie sind es, die letztendlich die beide Aspekte einer „Nachhaltigen Innovationsorientierten Infrastrukturpolitik“ in ihren Infrastruktursystemen umsetzen müssen und nutzen können.

Herausforderungen durch SIIP für die Infrastrukturbetreiber

- i) Erweiterung des bestehenden und Aufbau von neuem Know-how und F&E Ressourcen:

Eine Neuverortung der für das Infrastruktursystem notwendigen Innovationsfunktionen ist unbedingt notwendig. F&E Kapazitäten bei den Betreibern sollten hierfür ausgebaut und systematische und langfristige Kooperationen mit F&E Einrichtungen etabliert werden. Eine „Nachhaltige Innovationsorientierte Infrastrukturpolitik“ adressiert diesen Auf- und Ausbau.

F&E-Kapazitäten

- ii) Organisatorische Innovationen bei Unternehmensstrukturen und -prozessen von Infrastrukturbetreibern:

Bei Infrastrukturbetreibern handelt es sich oftmals um historisch gewachsene Betriebe mit langjähriger Vergangenheit und etablierten Traditionen. Die Unternehmensstrukturen sind insbesondere bei großen Infrastrukturbetreibern nicht immer innovationsförderlich. Die Unternehmens- und Entscheidungsprozesse sind oftmals sehr aufwendig. Bei einer systematischen Umsetzung einer „Nachhaltigen Innovationsorientierten Infrastrukturpolitik“ sind solche Traditionen und systemimmanenten Strukturen und Prozesse zu berücksichtigen, schrittweise Anreize hin zu einem proaktiven Innovationsmanagement zu setzen und neben dem Aufbau entsprechender Kapazitäten auch entsprechende Schulungen durchzuführen.

Infrastrukturbetreiber

- iii) Vertrauensbeziehungen zwischen Partnern:

Für die Umsetzung einer „Nachhaltigen Innovationsorientierten Infrastrukturpolitik ist der Aufbau von Vertrauensbeziehungen und Netzwerken“ zwischen allen relevanten Akteuren in Infrastruktursystemen ebenso wie zu Akteuren in Innovationssystemen, Stakeholdern oder zu interessierten Bevölkerungsgruppen notwendig. Dabei sollen bestehende Netzwerke genutzt und etablierte Beziehungen auf ihre „Innovationsdynamik“ hin analysiert, und falls zweckmäßig und möglich, um weitere Partner ergänzt werden.

Vertrauensbeziehungen aufbauen

Netzwerke nutzen

Neue Governance-Prozesse für die Infrastrukturpolitik

Die bestehende Komplexität des Systems ist beachtlich. Zahlreiche Akteure, Infrastrukturbetreiber, Infrastrukturanbieter (Entwicklung, Design, Produktion und Dienstleistung), nationale und internationale Politikakteure aus Infrastrukturpolitik, Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik sowie vernetzten Politikbereichen, Nutzer, und nicht zuletzt auch Akteure aus Wissenschaft und Forschung sind Bestandteil des Gesamtsystems, das es seitens der Infrastrukturpolitik zu orientieren und gestalten gilt. Parallel

Teilnehmer des Gesamtsystems

Neue Governance-Prozesse

zu den Anstrengungen der Infrastrukturpolitik, mit Hilfe neuer Governance-Prozesse diese Komplexität zu bewältigen, gilt es auch, dort wo es möglich erscheint, die zunehmende Komplexität des zu steuernden Systems, zu reduzieren, um zu einer effektiveren Steuerung, zu gelangen. Eine „Nachhaltige Innovationsorientierte Infrastrukturpolitik“ wird der zunehmenden Komplexität in Infrastruktursystemen auf Grund ihrer kooperativ ausgerichteten, zielorientierten Governance-Strukturen besser gerecht, als dies in der traditionellen Infrastrukturpolitik und deren bisherigen Entscheidungsfindungsprozessen der Fall war.

4. Ausgewählte Instrumente für eine Nachhaltige Innovationsorientierte Infrastrukturpolitik

Foresightprozesse

Die Einbindung von Infrastruktursystemen in viele unterschiedliche gesellschaftliche Bereiche und in unser natürliches Umfeld lässt es nicht zu, sie als gesamtes in kurzer Zeit durch ein völlig neues System zu ersetzen. Dies gilt jedoch nicht für Teilsysteme von Infrastruktursystemen, in denen neue Entwicklungen und Technologien einen wichtigen Beitrag zur Lösung sich ändernder Anforderungen leisten. Es ist daher von besonderer Bedeutung, dass geeignete langfristige Planungsprozesse die für Infrastruktursysteme wichtige Sicherheit bieten, und zwar sowohl für deren Entwicklung und deren Implementierung, als auch für deren Betrieb und damit die Infrastrukturbetreiber.

Langfristige Planung

Die bisherigen Planungsprozesse im Infrastrukturbereich stoßen aufgrund der gestiegenen Komplexität und der zunehmenden Vernetzung mit anderen Politikbereichen, sowie durch sich immer rascher ändernde Anforderungen an sie, auf Probleme. Dies bringt es mit sich, dass, wie zuvor bereits ausgeführt, klassische Planungsprozesse durch neue Prozesse, die der zunehmenden Komplexität Rechnung tragen, ersetzt werden müssen. Ein derartiges neues „Planungsinstrument“, welches auf europäischer Ebene in der FTI-Politik bereits vielfach eingesetzt wurde, sind so genannte Foresightprozesse.

Foresight-Prozesse

Bei Foresightprozessen geht man davon aus, dass Zukunft nicht vorhersehbar, sondern offen und gestaltbar ist. Jedoch sind die Handlungsspielräume einzelner Akteure, die zur Gestaltung von Zukunft benötigt werden, beschränkt. Für die Infrastruktur sind die Handlungsspielräume u.a. durch

die zunehmende Beschränkung der materiellen Ressourcen eingeschränkt, ebenso wie durch die Vernetzung mit anderen gesellschaftlichen Bereichen und unserer natürlichen Umwelt. Daraus lässt sich unmittelbar der Handlungsbedarf für ein koordiniertes Vorgehen der unterschiedlichen Akteure ableiten. Um dieses überhaupt zu ermöglichen, bedarf es gemeinsamer Orientierungen, Leitbilder und Visionen. Durch die Einbeziehung unterschiedlicher Perspektiven in Foresightprozesse gelingt es, Zukunft, die nicht direkt vorhersehbar ist, in ihren möglichen Entwicklungspfaden einzuschätzen, zu bewerten und aufzuzeigen, welche Interventionen sich dazu eignen, wünschbare Entwicklungspfade zu selektieren und in der Folge mitzugestalten. In einem partizipativen Foresightprozess, der sich durch Phasen intensiver Interaktionen und Reflexionen ebenso auszeichnet wie durch Analysen und Erhebungen, in denen zahlreiche Quellen rezipiert werden, sind die unterschiedlichsten Entscheidungsträger einbezogen. Derart gestaltete Foresightprozesse sind charakterisiert durch Funktionen, die mit den fünf „C“ beschrieben werden:

***Orientierungen,
Leitbilder, Visionen***

Zukunftsvorschau

„Fünf C“

Concentration on the future – Exploration von wissenschaftlich-technologischen Entwicklungen und wirtschaftlichem/gesellschaftlichem Bedarf

Concentration

In Foresightprozessen versucht man, in die Zukunft aus der Perspektive von Wissenschaft, Technologie, Wirtschaft und Gesellschaft zu blicken, wobei der Fokus nicht auf die eine, derzeit höchst wahrscheinliche Zukunft gelegt wird, sondern verschiedenen Szenarien für unterschiedlichste zukünftige Entwicklungen gezeichnet werden.

Szenarien

Communication – Partizipativer Lernprozess

In Foresightprozesse sind zahlreiche Akteure einbezogen. Durch deren unterschiedliche Positionen und Perspektiven wird der Horizont der teilnehmenden Personen erweitert und gemeinsames Lernen stimuliert.

Communication

Consensus and conflict – Gemeinsames Verständnis zukünftiger Herausforderungen, Zielorientierungen („Leitbilder“) und Prioritäten

***Consensus and
Conflict***

Das gemeinsame Lernen von einander in einem interaktiven (Diskussions-)Prozess zählt zu den wichtigsten Kennzeichen eines gelungenen Foresightprozesses. Dabei werden Wissen über mögliche Entwicklungen in der Zukunft erarbeitet und langfristige Visionen für die Zukunft ent-

**Ein
Methodenkanon**

wickelt. In Foresightprozessen ist es möglich aus einem großen Methodenkanon zu schöpfen, der mittlerweile durch die Wissenschaft entwickelt wurde und sich auch weiterhin in Entwicklung befindet. Beispiele für Methoden, die in Foresightprozessen eingesetzt werden können, sind Experten panel, morphologische Analysen, bibliometrische Methoden, Road Mapping oder Delphi-Prozesse. Je nach thematischer Ausrichtung und notwendiger Anzahl von Akteuren, gilt es den jeweils effektivsten Prozess und die dazu benötigten Methoden auszuwählen. Damit soll es möglich werden, Felder für strategisch ausgerichtete Forschung aufzufinden und die Emergenz von generischen Technologien zu detektieren; dies alles um den größten ökonomischen und gesellschaftlichen Nutzen zu erzeugen.

Commitment

Commitment – Mobilisierung der Akteure und Stakeholder

In Foresightprozessen finden Lernprozesse zwischen den Akteuren statt, die von Nachhaltigkeit geprägt sind. Die erzeugten Bilder können auch dazu genutzt werden, gemeinsame Aktionen der teilnehmenden Akteure zu mobilisieren und damit einen wichtigen Beitrag zur Realisierung gemeinsam entwickelter Bilder für eine wünschbare Zukunft umzusetzen.

Coordination

Coordination – Abgestimmtes Handeln ermöglichen

Neben den gemeinsam geschaffenen Dokumenten über (wünschbare) Entwicklungen der Zukunft haben Foresightprozesse durch eine koordinierende Wirkung auch Auswirkungen auf die Orientierung des Gesamtsystems. Verantwortlich dafür sind die Selbstorganisationsprozesse in den Organisationen, aus denen die am Foresightprozess beteiligten Stakeholder stammen. Sie treffen in ihren Organisationen sehr häufig Entscheidungen, die die in Foresightprozessen entwickelten Vorstellungen unterstützen und leisten damit indirekt zur Orientierung komplexer Systeme einen wichtigen Beitrag.

Selbstorganisation

**Von Government
zu Governance**

Zusammenfassend kann man zu Foresightprozessen feststellen, dass sie ein wesentliches Element eines Übergangs von „Government“ zu „Governance“ sein können. Vor diesem Hintergrund werden auch in Österreichs Politiklandschaft zunehmend Projekte konzipiert, die Foresightprozesse für die Entwicklung von Leitbildern und Visionen und damit für eine längerfristige Politikstrategie nutzen. Das AIT Department Foresight & Policy Development hat be-

Das AIT

reits zahlreiche Foresightprozesse in Europa durchgeführt und betreut derzeit für die Europäische Kommission die europäische Foresightplattform. In dieser sind mehr als 2000 Foresightprozesse; ihre wesentlichen Ergebnisse und die eingesetzten Methoden in Kurzform beschrieben (vgl. dazu <http://www.foresight-platform.eu/>). Außerdem wurde von AIT ein Memorandum of Understanding mit der Chinese Academy of Science and Technology for Development (CASTED) des chinesischen Ministeriums für Wissenschaft und Technologie unterzeichnet, in dem ein Austausch von Methoden und Erfahrungen mit bisherigen Foresightprozessen sowie die Durchführung gemeinsamer neuer Foresightprojekte vereinbart wurde.

**EU-Foresight-
plattform**

AIT und China

Innovationsfördernde öffentliche Beschaffung – IÖB

IÖB

Die Diskussion zur öffentlichen Beschaffung und deren Nutzung als Instrument der FTI-Politik findet auf allen Ebenen statt. Sowohl auf der Ebene der Bundesländer (z.B. Wien), auf nationaler Ebene als auch auf der Ebene der Europäischen Union (EU) ist das Thema der innovationsorientierten öffentlichen Beschaffung (IÖB) auf der politischen Agenda. Mit den 1993 in Kraft gesetzten EU-Richtlinien – Dienstleistungskoordinationsrichtlinie, Lieferkoordinierungsrichtlinie, Baukoordinierungsrichtlinie und Sektorenrichtlinie – wurde erstmals auf europäischer Ebene der Versuch unternommen, durch eine Liberalisierung und Rationalisierung des öffentlichen Auftragswesens die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen zu fördern. Eine Verankerung von Möglichkeiten, trotz vereinheitlichter EU-weiter Vergabeprozesse, innovationsorientiert zu beschaffen, erfolgte in den EU-Richtlinien 2004/18 und 2004/17. Darüber hinaus wurde festgehalten, dass obige Richtlinien spätestens bis 1. Februar 2006 in den nationalen Vergabegesetzen umgesetzt werden mussten. Die Besonderheit des nunmehr österreichischen BVergG 2006 besteht in den so genannten innovationsfördernden Verfahren. Zu diesen zählen:

**Öffentliche
Beschaffung**

EU-Richtlinie

**Nationale
Vergabegesetze**

- neue Verhandlungsverfahren mit und ohne vorheriger Bekanntmachung
- der wettbewerbliche Dialog
- Wettbewerbe u. zw. Ideen- und Realisierungswettbewerbe.

**Innovationsför-
dernde Verfahren**

In Österreich ist IÖB zwar noch nicht praktisch implementiert, aber der internationale Vergleich zeigt bei allen unter-

IÖB in Österreich

Leitfaden "procure_inno"	suchten Ländern denselben Hintergrund für die vielfach rege geführte Diskussion: das Beschaffungsvolumen ist erheblich und es besteht berechnigte Hoffnung, dass ein signifikanter Teil davon für die Stimulation von technologischer Innovation verwendet werden kann. Im Leitfaden "procure_inno" wurden die Aufträge der öffentlichen Hand in Österreich von einem Arbeitskreis im Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend mit einem Anteil von 16% des BIP oder rund 40 Mrd. EURO geschätzt. Der dabei als (im engeren Sinn) innovationsrelevant angegebene Betrag von 3-4 Mrd. EURO ist beachtlich.
16% BIP-Anteil	
Öffentlicher Sektor als Kunde	Die rechtlichen Rahmenbedingungen in Europa ermöglichen es, dass öffentliche Beschaffung einen Beitrag zur Hebung der Innovationshöhe von Innovationssystemen leisten kann. Indem der öffentliche Sektor als initialisierender Kunde (launching customer) für innovative Technologien und Lösungen auftritt, übernimmt er selbst Risiko und minimiert das Risiko der innovierenden Firmen und gegebenenfalls auch das Risiko anderer (privater) Nachfrager. Die Verankerung von innovationsorientierten technologischen Anforderungen in Ausschreibungen kann die Nutzung von neuen, aber noch nicht etablierten und kommerzialisierten Technologien stimulieren. Das kann wiederum Investitionen in Forschung und Entwicklung fördern und Technologien verbessern oder neue auf den Markt bringen und so einen Dominoeffekt (dynamic knock-on effect) in der gesamten Wirtschaft hervorrufen.
Dominoeffekt	
	Der Nutzen von IÖB für die FTI-Politik ist also gegeben. Interessant ist der Einsatz von IÖB für eine „Nachhaltige Innovationsorientierte Infrastrukturpolitik“, wobei die spezifischen Eigenheiten bei Infrastruktursystemen zu beachten sind:
Reglementierte Beschaffung	Beschaffung ist reglementiert und strukturkonservierend:
Konservierte Strukturen	Öffentliche Beschaffung von Infrastrukturtechnologien ist hoch reglementiert, sowohl gesetzlich, als auch im Rahmen der Corporate Governance öffentlicher Beschaffer. Daher ist öffentliche Beschaffung von der Tendenz her eindeutig strukturkonservierend und risiko-avers, denn es gehört zur genuinen Aufgabe der Beschaffer sich gegen Risiken unterschiedlichster Art abzusichern. Daraus resultiert einerseits eine Tendenz, auf Bewährtes zurückzugreifen, und andererseits die Notwendigkeit, Risiko-/Haftungsfragen im Zweifelsfall so zu regeln, dass bei allfälligen Klagen, Bundes-
Risiko	

vergabeamt-, Rechnungshofprüfungen usw. der Nachweis der Sorgfalt im Umgang mit öffentlichen Geldern gewährleistet ist. Eine „Nachhaltige Innovationsorientierte Infrastrukturpolitik“ kann jedoch „kluge“ Instrumente bereitstellen, die eine stärkere Innovationsorientierung ermöglichen, bei gleichzeitiger Notwendigkeit der Risikoreduktion von öffentlichen Beschaffungsvorgängen. Wesentlich dabei ist auch die Betrachtung des Nachhaltigkeitsaspektes, sprich die Einbeziehung der Rückkopplungseffekte auf verschiedenen Ebenen. Ökonomisch effiziente Maßnahmen in einer kurzfristigen und linearen Betrachtung können sehr schnell zu ökonomisch ineffizienten Maßnahmen bei längerfristigen Betrachtungen werden. Zudem haben die sozialen und ökologischen Folgeerscheinungen auch ökonomische Auswirkungen und sollten deshalb in eine effiziente öffentliche Beschaffung integriert werden.

Risiko und Innovationen

Rückkopplung

Monetäre Ressourcen und lange Investitionszyklen:

Die Modernisierung und die Erneuerung der Infrastruktursysteme, die Integration neuer Technologien und der Aufbau von Infrastruktur-relevanten F&E-Kapazitäten bei Anbietern, Betreibern und F&E-Einrichtungen ist sehr kapitalintensiv. Nichtsdestotrotz kann – wo sinnvoll – auch bei der Integration neuer Anwendungen und der Technologieentwicklung das Billigstbieterprinzip, bei entsprechenden Leistungsbeschreibungen und Qualitätsstandards, angewendet werden. Finanzierungsmodelle und -strategien müssen erarbeitet werden und Prioritäten sind zu setzen. Dabei müssen aus den bereits geplanten Infrastrukturinvestitionen jetzt auch Mittel für die nachhaltige Modernisierung der Infrastruktursysteme verwendet werden, da die Investitionszyklen im Infrastrukturbereich sehr lang sind. Das bedeutet, dass gegenwärtig eine große Chance für den genannten Mehrfachnutzen einer „Nachhaltigen Innovationsorientierten Infrastrukturpolitik“ existiert, aber auch, dass diese im gegenwärtigen Zeitfenster genutzt werden muss.

Billigstbieterprinzip

Lange Investitionszyklen

IÖB kann zudem einen Beitrag leisten, die Aufwärtsintegration von kommenden Infrastrukturinvestitionen/-technologien zu verbessern und damit Technologietrajektorien „aufzuweichen“. Veränderungen bei Technologie, Organisation und Struktur sind oftmals schwierig, langwierig und teuer. Daher muss in Zukunft gewährleistet sein, dass neue Innovationen gut in ältere Anwendungen integrierbar sind

IÖB-Beitrag

bzw. bestehende Anwendungen, Strukturen und Infrastrukturdienste so flexibel ausgestaltet sind, dass mit relativ geringen Reibungsverlusten (Geld, Struktur, Technologie, Dienstleistung) Neuerungen möglich bleiben. Eine solche Sicherung der Aufwärtsintegration muss für den Infrastrukturbereich noch mehr optimiert werden, sowohl bei technologischen Lösungen wie auch bei organisatorischen, strukturellen Prozessen und Rahmenbedingungen.

5. Dimensionen einer modernen Infrastrukturpolitik

Günter Hertel

Bereits zu Beginn dieses Jahrzehnts hat der ehemalige Forschungsleiter der Daimler AG, Günter Hertel die „...zunehmende Komplexität und große Dynamik der zu gestaltenden Systeme und deren Umfeld“ als größte Herausforderung für das Management von Unternehmen und Konzernen sowie für die Politik bezeichnet. Dabei stellte er fest, dass „...Nachhaltigkeit als notwendige Rahmenbedingung für eine längerfristig positive Entwicklung von Unternehmen, Regionen und ganzen Ländern“ zu beachten ist. Infrastruktursysteme befinden sich spätestens jetzt in einer Phase, für die diese Aussagen in einem hohen Ausmaß zutreffen.

**Notwendige
Nachhaltigkeit**

Aus einer wissenschaftlichen Perspektive benötigt eine moderne Infrastrukturpolitik Einsichten und Kompetenzen für mindestens drei Bereiche:

Innovationsorientierung

Um den Herausforderungen – diese firmieren in der Europäischen Union unter dem Titel „Grand Challenges“ – an moderne zukunftssträchtige Infrastruktursysteme zu begegnen, gilt es die Schnittstellen zu Regionalen, Nationalen und Sektoralen Innovationssystemen sowie zum Wissenschaftssystem weiterzuentwickeln und auszubauen. Damit muss es gelingen, jene Technologien, die einen Beitrag zur Bewältigung dieser Herausforderungen leisten können, rasch und effizient zu entwickeln und zu implementieren. Durch diese Orientierung der Infrastrukturpolitik wird darüber hinaus ein wichtiger Beitrag für die Sicherung und den Ausbau der Wettbewerbsfähigkeit von Infrastruktur-anbietern und -betreibern gesetzt.

**System-
Schnittstellen**

Nachhaltigkeit

Brundland-Report

Bereits 1987 definierte der bekannte Brundland-Report Nachhaltigkeit als „Sichern der künftigen Bedürfnisse der

Gesellschaft und Erhalt der wirtschaftlichen Ressourcen, bei gleichzeitigem Schutz der Umwelt, welche nicht nur eine Rohstoffquelle, sondern mit seiner Biodiversität und kulturlandschaftlichen Vielfalt ein wertvolles Erbe der Natur und der Gesellschaft darstellt“. Die hier explizit definierten Dimensionen der Nachhaltigkeit gilt es in einer modernen Infrastrukturpolitik zu verankern. Sie sind eine wesentliche Voraussetzung für eine langfristige Beschäftigungswirksamkeit sowie die Sicherung und Erbringung von Grundversorgungs- und Daseinsvorsorgeleistungen durch Infrastruktursysteme. Darüber hinaus garantieren sie die Vermeidung negativer Umwelteffekte durch den Bau von Infrastruktursystemen ebenso wie durch deren intensive Nutzung.

Governance

Die Komplexität von Infrastruktursystemen erfordert von der Infrastrukturpolitik einen Übergang von Government zu Governance. Dies bedeutet bei der Betrachtung von Infrastruktursystemen und deren Einbettung eine systemische Perspektive einzunehmen, einen partizipativen Prozess unter Einbindung von Stakeholdern, der Wissenschaft und der interessierten Bevölkerung zu starten, die unterschiedlichen Ebenen der Politik, die Einfluss auf die Gestaltung von Infrastruktursystemen haben in einem „Multi-Level Governance“ Prozess einzubinden und unterschiedliche Instrumente, die einen Beitrag zu einer „Nachhaltigen Innovations-orientierten Infrastrukturpolitik“ leisten können in einem „Policy Mix“ zu koordinieren.

*Eine systemische
Perspektive*

Policy Mix