

Regionaldarwinismus - Evolution von High-Tech-Regionen

Markus Hilpert

Angaben zur Veröffentlichung / Publication details:

Hilpert, Markus. 2001. "Regionaldarwinismus - Evolution von High-Tech-Regionen." *Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie* 45 (2): 73–84. <https://doi.org/10.1515/zfw.2001.0005>.

Nutzungsbedingungen / Terms of use:

licgercopyright

Dieses Dokument wird unter folgenden Bedingungen zur Verfügung gestellt: / This document is made available under these conditions:

Deutsches Urheberrecht

Weitere Informationen finden Sie unter: / For more information see:

<https://www.uni-augsburg.de/de/organisation/bibliothek/publizieren-zitieren-archivieren/publiz/>



Markus Hilpert, Stadtbergen

Regionaldarwinismus – Evolution von High-Tech-Regionen¹

Abstract: Up to now, there is very little empirical evidence to give support to the idea that certain factors lead to success of high-tech-regions. But among politicians, as well as scholars, there is an increasing consciousness that, beside the traditional location factors, cultural aspects continue to gain importance for a prospering regional development. For instance, these cultural factors comprise of smart co-operations and learning organisations. The questions remains, whether these cultural factors are crucial for the evolution of regional economies.

Technologischer Wandel und regionale Entwicklung

Aufstieg von High-Tech-Regionen

Die Begriffe Technologieregion, Innovationsregion und High-Tech-Region werden häufig synonym verwandt und sind empirisch wie theoretisch kaum voneinander zu trennen. Unter High-Tech-Regionen werden generell Räume verstanden, die sich durch einen überdurchschnittlichen Besatz an Betrieben und Beschäftigten in Hoch- und Spitzentechnologiebranchen auszeichnen. Je nach verwendeter Indikatorik ergibt sich eine unterschiedliche Regionenauswahl. In der Praxis zeichnet sich vage ab, dass sich Technologieregionen eher im Bereich der produktionsorientierten Technologien und Innovationsregionen eher im Bereich des tertiären Sektors etablieren. Eine abschließende Begriffsdefinition wurde aber noch nicht gefunden (vgl. HILPERT 2000a).

Die vergangenen Jahre zeichneten sich durch ökonomische und technologische Transformationen aus, deren Ende nicht absehbar ist. Sie haben zur Entstehung neuer räumlicher Muster geführt. Durch die rasante Zunahme neuer Technologien werden jene Regionen begünstigt, die sich diesen Chancen am effektivsten öffnen. So entstanden neue Wachstumsräume wie etwa Grenoble oder das Cambridgeshire. Die Identifizierung effizienter Instrumente lokaler Technologiepolitik ist aber auf Grund der hohen Komplexität der Kausalzusammenhänge äußerst schwierig. Da Interventionsmechanismen kaum kontrollierbar sind, liegen bislang auch kaum zuverlässige Aussagen über Steuerungsmöglichkeiten und -wirkungen vor. Zudem wird immer mehr erkannt, dass allein

durch die materielle Förderung von High-Tech regionalökonomische Prosperität nicht erreicht werden kann. Regionale Technologiepolitik umfasst vor allem in fortgeschrittenen Entwicklungsstadien Instrumente der Moderation, der Information und der Stimulierung. Der Verfügbarkeit zahlloser technologiepolitischer Instrumente steht das begrenzte Wissen darüber entgegen, mit welchem Instrumenten-Mix regionales Wachstum am besten zu forcieren ist. Gerade der Aufstieg neuer High-Tech-Zentren, wie etwa das Silicon Valley, provozieren Fragen nach deren Erfolgsrezepten. Nach wie vor ist aber kaum etwas über solche Innovationskerne bekannt. Obwohl sich diese Räume in der Förderung von High-Tech mittlerweile gegenseitig zu übertreffen scheinen, liegen kaum Erfolgskontrollen vor. Der Mangel an Konzepten für eine konsequente Förderung von Zukunftstechnologien hat seine Ursache im Fehlen einer umfassenden Theorie des technologischen Wandels, einschließlich seiner regional-(politisch)en Implikationen (vgl. BELL-MANN/HILPERT/KISTLER 1999). Zudem liegt in der Praxis ein Hauptproblem darin, dass eine ganze Reihe von Annahmen unter anderem über Innovationsprozesse, Diffusionsmuster, Wirkungsketten, Marktentwicklungen getroffen werden müssen, für die es oft keine empirisch gesicherte Basis gibt. Schließlich deutet auch immer mehr darauf hin, dass die technologische Entwicklung weitaus weniger beeinflussbar ist, als gemeinhin angenommen (vgl. HILPERT 2000b).

Die Frage nach zentralen und allgemeingültigen Erfolgsdeterminanten von High-Tech-Regionen bleibt deshalb nach wie vor weitgehend offen (vgl. STERNBERG 1995a). Immer mehr

deutet indes darauf hin, dass für den Erfolg von High-Tech-Regionen - jenseits der konventionellen Standortfaktoren - vor allem kulturelle Aspekte der regionalspezifischen Organisation und Kooperation verantwortlich sind (vgl. HILPERT 1999). Freilich stellt regionale Technologiepolitik nur eine von vielen regionalen Wachstumsdeterminanten dar. Gerade im Zuge der zunehmenden Diskussion um regionale Selbststeuerungsmöglichkeiten (z.B. *Bottom-up*-Ansätze, *social mobilization*, eigenständige Regionalentwicklung) werden aber immer mehr Fragen nach erfolgsversprechenden Organisationsmustern subsidiärer Planung gestellt. Der folgende Beitrag versucht hierzu Antworten zu geben. Basierend auf synoptischen Studien internationaler Technologieregionen und anhand von Fallbeispielen der Regionen Karlsruhe und Ulm (vgl. HILPERT 2000a) wird der Frage nachgegangen, welche kulturellen Komponenten Einfluss auf die Entstehung und das Wachstum von Technologieregionen zeigen, welche Rolle dabei der regionalen Technologiepolitik zukommt und welche Qualitäten diese aufweisen muss, um tatsächlich regionale Prosperität zu erzielen.

Seit Mitte des 20. Jahrhunderts ist eine Zunahme regionalökonomischer Restrukturierungsprozesse zu beobachten, die sich in entwickelten Volkswirtschaften als Umverteilung räumlicher Entwicklungsdynamik ausgestalten. Innerhalb Europas führte dies zu enormen technologischen Disparitäten. Die sich räumlich ungleichgewichtig abzeichnende Evolution von Innovationsregimen ruft einen neuen *Regionaldarwinismus* hervor. „Furthermore, observation of varying performance levels and practices across countries (...) indicates that evaluation and adaption of best practices is an evolutionary phenomenon“ (OECD 1998, 106). Unterhalb der nationalstaatlichen Ebene etablieren sich Technologieregionen wie etwa Nizza/Sophia-Antipolis, die Cité Scientifique de Paris Sud, der Western Crescent, die Lombardei, München oder die Region Stockholm. Auf der Ebene der europäischen NUTS 2-Regionen verzeichneten im Jahr 1997 die Regionen Stuttgart (23,3%), Karlsruhe (21,1%) und Rheinhessen-Pfalz (20,1%) den höchsten Beschäftigungsanteil in den Hochtechnologiebranchen des verarbeitenden Gewerbes und des Dienstleistungssektors (LAAFIA 1999, 1).

Das Aufkommen neuer High-Tech-Regionen ist mit funktionsräumlichen Sortierungen und

regionalen Disparitäten verbunden. ELLWEIN (1982, 122) betont, dass sich technologiepolitische und raumordnerische Zielvorstellungen dysfunktional zueinander verhalten und gänzlich andere räumliche Ziele verfolgen. Technologiepolitik, wie etwa am Beispiel des Inno-Regio-Wettbewerbs deutlich wird, fördert die starken Regionen. Die Raumordnung versucht, dem Prinzip der wertgleichen Lebensbedingungen folgend, die schwachen Standorte zu stabilisieren. Während die Technologiepolitik eher regionale Disparitäten forciert, liegen von Seiten der Raumordnung kaum nennenswerte Reaktionskonzepte vor. Die Regionalpolitik agiert in diesem Grenzbereich als eigene Kraft und versucht auf lokaler Ebene Fördermittel zu binden und Wettbewerbsvorteile zu erzielen.

Notwendigkeit dezentraler Steuerung

Aufgabe der Technologiepolitik ist die Entwicklung einer Forschungslandschaft, die Förderung von Grundlagen- und anwendungsorientierter Forschung, der Ausbau einer innovationsorientierten Infrastruktur und die Beeinflussung der technologischen Entwicklung (z.B. über Programme, Wettbewerbe, vgl. MEYER-KRAHMER/KUNTZE 1992, 96). Ihr Ziel ist die Ausrichtung der Entwicklung und Anwendung von Technik auf die Lösung ökonomischer, sozialer und ökologischer Probleme. Sie umfasst finanzielle, organisatorische, inhaltlich zielsetzende und normsetzende Aktivitäten zur Genese, Regulierung, Steuerung und Stimulierung von Technologien. Technologiepolitik wird immer seltener nur noch als reine Forschungspolitik verstanden. Sie thematisiert vor allem Fragen der Verwertung, des Transfers und der Umsetzung.

Da diese Aufgaben am besten problemnah und vor Ort zu bewältigen sind, erlebt die regionale Technologiepolitik seit den achtziger Jahren einen enormen Bedeutungsgewinn und ist zu einem wichtigen Bestandteil dezentraler wirtschafts- und innovationspolitischer Strategien geworden. Unter regionaler Technologiepolitik wird in der Regel eine regionalisierte Technologiepolitik des Staates oder eine dezentralisierte Alternative zur traditionellen Regionalentwicklung in Richtung innovationsorientierter Regionalpolitik verstanden (vgl. HILPERT 2000a). Ihr Ziel ist die Stärkung der Innovationskraft und der Innovationsleistungen der Akteure vor Ort. Ihre Aufgaben sind in erster Linie die Förderung von Innovationen, die Schaffung einer Technologiekultur und adäquater

Rahmenbedingungen zur Stärkung und Nutzung der regionalen Potentiale (vgl. STERNBERG 1995a, 19). Regionale Technologiepolitik ist eine junge Erscheinung. Vor 1980 gab es kaum nennenswerte Aktivitäten. Mittlerweile ist sie für viele Räume zu einer wichtigen Komponente dezentraler Standortpolitik geworden. Ihr Einsatz bietet gegenüber Interventionen auf Bundes- oder Länderebene Vorteile. Die lokale Perspektive erlaubt eine Verringerung der Komplexität der Wirkungszusammenhänge und eine genauere Zielsprache. Zudem werden die Instrumente kompatibel zu den regionalen Verhältnissen konzipiert, was eine differenziertere Problemadäquanz gewährleistet. Schließlich wird von einer höheren Umsetzungs- und Integrationswahrscheinlichkeit berichtet, da die regionalspezifischen Interessen umfassender abgedeckt werden. Für die regionale Organisation sind derzeit verschiedene Modelle, wie etwa Regionalmanager, Entwicklungsgesellschaften oder Koordinierungsagenturen in der praktischen Erprobung. STERNBERG (1995b, 56, 58) weist allerdings darauf hin, dass regionale Technologiepolitik nur in jeder zweiten High-Tech-Region relevanten Einfluss auf Entstehung und Wachstum hatte. Dennoch wird sie – angeregt durch das Vorbild Silicon Valley – immer mehr zum Hoffnungsträger für die Schaffung von Arbeitsplätzen, Wettbewerbsfähigkeit und Wohlstand. Das große Vorbild bei San Francisco war aber nicht das Produkt technologiepolitischer Planung. Zunehmend wird realisiert, dass regionale Technologiepolitik keine Politikstrategie im klassischen Sinne ist. Neben technologischen Faktoren sind für ihren Erfolg vor allem soziale Aspekte, regionalkulturelle Bezugspunkte, Lernbereitschaft und Interaktion wesentlich (vgl. HILPERT 2000c). Technologieregionen sind nicht nur ein spezieller ökonomischer Raumtyp, sondern gerade ihr Transformationserfolg ist Ausdruck eines hohen Maßes an kultureller Qualität.

Der technologische Fortschritt findet vor Ort statt, wo lokale Besonderheiten und Agglomerationsvorteile diese Dynamik forcieren. Trotz rasanter Entwicklungen in der Kommunikationstechnologie, trotz der nahezu erreichten Ubiquität von Wissen und trotz Globalisierung werden persönliche Kontakte immer wichtiger. Die Fülle an zur Verfügung stehenden Informationen erfordert vom Einzelnen einen so hohen Aufwand für ihre Auswahl und Beurteilung, dass eine Verschiebung von der Quantität

zur Qualität beobachtbar ist. Nur innerhalb regionaler (Vertrauens-)Netze können valide Informationen rasch transferiert werden. Die immaterielle Qualität neuen Wissens bewirkt, dass neue Technologien immer spezieller, immer weniger in konventioneller Form (z.B. Schrift) transferierbar und immer stärker von speziellen Organisationsstrukturen abhängig werden. Zudem sind die einzelnen *technology-agents* immer häufiger auf externe Ressourcen (Information, Dienstleistungen, Service etc.) angewiesen, was die Notwendigkeit eines funktionsfähigen regionalen Umfeldes erklärt. Die räumliche Nähe spielt in einer globalisierten Ökonomie eine entscheidende Rolle für das Wachstum von Technologieregionen.

Technologie und Standort

Zu beobachten sind starke Transformationskräfte, die die industriellen Raumstrukturen zunehmend überprägen: Bahnstrecken, zu Beginn des Jahrhunderts zum Transport von Kohle und Stahl gebaut, werden nicht mehr benötigt und stillgelegt. Der Suburbanisierungsdruck auf das Stadtumland scheint kaum noch kanalisierbar zu sein. Die Innenstädte und alte Industrievierviertel verlieren an Bedeutung. Die Zentralität vieler Oberzentren schwindet zugunsten ihrer Satelliten. Auf allen Planungsebenen wird versucht, diese Prozesse einzudämmen und die technologische Entwicklung auf die bestehenden industriellen Raumstrukturen auszurichten. Polemisch gefragt: Wer hätte vor 200 Jahren die ersten Hochöfen in Heuschobern untergebracht? Warum werden dann Multimedia-Agenturen in alten Textilindustrietrakten angesiedelt? Dass ein Software-Unternehmen gänzlich andere Standortanforderungen hat als die Stahlindustrie, ist verständlich. Der Mangel an evaluierten Konzepten führt zur Übertragung von strukturkonservierenden Wirkungsannahmen der Industriepolitik auf die lokale Technologiepolitik. Die großzügig angelegten Science-Parks haben deshalb vielfach eher den Charakter von Hochglanz-Industriegebieten oder Forschungs-und-Entwicklungs-Ghettos als von modernen Forschungslandschaften.

Bekannt ist, dass neue Technologien Effekte auf die Raumorganisation ausüben. Nicht bekannt ist, welcher Art diese Effekte sind und schon gar nicht, wann, wo und mit welcher Intensität sie auftreten. Eine unsichtbare Hand scheint im Hintergrund zu wirken und lässt bestimmte Standorte florieren. Das Cambridge-

shire oder das Silicon-Valley verdanken ihren Aufstieg nicht allein den postindustriellen Technologien, sondern der (oft latenten) regionalspezifischen Organisation ihrer Nutzung und Diffusion. Im Zeitalter der Ubiquität ist die lokale Technologiekultur für den Standortwettbewerb wichtig. Die Art der technologischen Interaktion, der technologiepolitischen Konstituierung, das regionale Know-how und die Routine im Umgang damit, kurz: das technologische Milieu, wirkten in der konventionellen Regionalentwicklungstheorie aber lediglich als (regional unspezifische) Synergie.

High-Tech-Regionen zeigen nicht nur intern ein äußerst dynamisches Wachstum, sondern entwickeln nach außen erhebliche Gravitationskräfte. Sie wirken auf das weitere Umland wie „Schwarze Löcher“ und konzentrieren mit atemberaubender, funktionsräumlich sortierender Geschwindigkeit nationale und internationale Headquarter-Funktionen aus Wirtschaft, Politik und Wissenschaft (HILPERT 1999, 101). Wie, wo und warum Technologieregionen entstehen, ist schwer zu beantworten. Bei seinen synoptischen Analysen hat STERNBERG (1995, 68, 73) keine Hinweise gefunden, dass einzelne oder Gruppen von Standortfaktoren für die Entstehung von High-Tech-Regionen hinreichend oder notwendig seien. Standortfaktorenanalysen für Technologieregionen führen häufig zu widersprüchlichen Resultaten. Einige Entwicklungsmuster sind bei genauerem Hinschauen dennoch erkennbar. Diese sind im Spannungsfeld zwischen regionalpolitischer Planung, räumlicher Selbstorganisation und evolutionären Selektionsprozessen anzusiedeln. Der Wettbewerb zwischen Technologieregionen führt zur Herausbildung dominanter Innovationsstandorte (*survival of the fittest*), zum Praxistest verschiedener Entwicklungsansätze und zur evolutionären Auslese von *Best-practice*-Strategien. Selbstorganisation, Lernkompetenz und damit die Fähigkeit rascher und flexibler Regulation angesichts veränderter Anforderungen oder ausbleibender Erfolge werden zu entscheidenden Erfolgsgaranten. Über diese Qualität der internen Organisation erklärt OHMAE (1996, 138) warum sich das Silicon Valley so erfolgreich entwickelt. Der Regionaldarwinismus forciert die Selektion unterschiedlicher Entwicklungssysteme und begünstigt jene, welche die strategischen Momente der technologiepolitischen Planung sowie die kreativen und stabilen Momente der Selbstorganisation am ef-

fektivsten kombinieren. Die größten Entwicklungserfolge konnten in jenen Regionen nachgewiesen werden, denen es gelang, staatliche Rahmenbedingungen, Wissenschaft und Wirtschaft zu synchronisieren. Deshalb bestätigt sich bei den erfolgreichen Technologieregionen eine eigendynamische Gesetzmäßigkeit: Wo schon viel ist, kommt schnell noch mehr hinzu.

Auffällig ist, dass sich technologische Entwicklung immer mehr von nationalen Trends abkoppelt und unterhalb der nationalstaatlichen Ebene verschiedene Zentren ausbildet. Auffällig ist auch, dass sich High-Tech-Regionen oft im räumlichen Umfeld von Industriezentren (z.B. Silicon Valley im Ballungsraum San Francisco) oder zwischen älteren Industriestandorten (z.B. Wissenschaftsstadt Ulm zwischen München und dem Rhein-Neckar-Raum) finden. Nur selten liegen Technologieregionen in agglomerationsfernen oder altindustriellen Räumen. Der fünfte Kondratieff-Zyklus begünstigt völlig neue räumliche Muster und bringt von den Ballungszentren deutlich abgegrenzte Zentren hervor. Die *sun-belt-regions* und andere Beispiele aus Nordamerika und Europa verweisen auf Entwicklungen, in denen einst unbedeutende Regionen einen erstaunlich eigenständigen Aufholprozess vollzogen haben (vgl. HILPERT 2000a).

Alles eine Frage der Evolution?

Selbstorganisation und Evolution regional-technologischer Systeme

Sich selbst organisierende Systeme werden in verschiedenen Disziplinen als Autopoiesis, Synergetik, Hyperzyklus, dissipative oder katastrophische Systeme beschrieben. Ihre Inhalte sind meist molekularbiologische, neurophysikalische und thermodynamische Prozesse, physikalische Formbildungen, chemische Reaktionsgleichungen, mathematische Modelle nichtlinearer Systeme und nur selten regionale Phänomene (MÜLLER 1992, 341). Ein System wird als selbstorganisierend bezeichnet, wenn es intern eine räumliche, zeitliche oder funktionale Struktur ohne einen spezifischen Einfluss von außen entwickelt. „Such systems also exhibit phenomena of nonlinearity, instability, fractal structures and chaos – phenomena which are intimately related to the general sensation of life and urbanism at the end of the 20th century“ (POTUGALI 1997, 353).

Ausgangspunkt für Selbstorganisation sind nicht-gleichgewichtige Zustände, auf die Prozesse der Autopoiesis folgen, die systemintern reguliert werden und nicht von außen dominiert sind. Zwar ist eine gewisse Abhängigkeit von der Umwelt vorhanden, eine spezifische Organisation sichert aber ein Höchstmaß an interner Autonomie. „The world is full of self-organizing systems, systems that form structures not merely in response to inputs from outside but also, indeed primarily, in response to their own internal logic“ (KRUGMAN 1996, 99). Selbstorganisation folgt zwei Prinzipien: Zum einen dem Prinzip der Ordnung aus Nicht-Stabilität, wenn aus einem Ungleichgewichtszustand (z.B. regionale Innovationsschwäche) Ordnung und Stabilität erwächst. Zum zweiten dem Prinzip der Ordnung aus Zufälligkeit, wenn das System trotz scheinbar zufälliger Ereignisse (z.B. Konkurs des Hauptarbeitgebers einer Region) in der Lage ist, Ordnung und Kontinuität herzustellen (KRUGMAN 1996, 99f.). „From this perspective it might follow that self-organization is a theory about 'order out of chaos'“ (PORTUGALI 1997, 367).

Die Beobachtung ihrer internen Restrukturierungsprozesse legt den Schluss nahe, dass es sich bei den erfolgreichen High-Tech-Regionen um sich selbst organisierende Systeme handelt. „The 'new' technology policy is also led by vivid empirical examples for such (successful) networks or systems such as Silicon Valley (US), Tsukuba Science City (JP), Cambridge Science Park (GB), Research Triangle Park (US), Sophia Antipolis (F) to list only a few. These technological systems differ to the degree by which they are planned or by which they developed in a self-organizing manner“ (BOUKE 1993, 1, 7). Selbstorganisation und Planung treten additiv auf. Dabei unterstützt zum einen die Planung durch Bereitstellung geeigneter Kommunikationsforen, von Entwicklungsräumen oder finanzieller Möglichkeiten die regionale Selbstorganisation. Selbstorganisation übt einen kreativen und stabilisierenden Einfluss auf die Planung in Form organischer Elemente, tragfähiger Lösungen oder stabiler Strukturen aus. Die so initiierten Entwicklungen folgen ihrer eigenen Logik und sind nur unter der Kenntnis der regionalen Realitäten und Lebenswelten verständlich. Regionale Selbstorganisation ist ein endogener Prozess, der regionalspezifischen Gesetzmäßigkeiten gehorcht: „Das System wählt sich seine Zustände selbst“ (Haken zitiert nach MÜLLER-BENEDICT 1997, 45).

Ist Selbstorganisation ein kompetitives Element in der Evolution von High-Tech-Regionen? „The modern approaches to explain technological development increasingly focus on the joint efforts of economic and other (mostly public) agents to generate innovations. This partly intended, partly unintended 'cooperation' is considered a cultural evolutionary process“ (BOUCKE 1993, 1). Zur dynamisch-evolutionären Erklärung regionaltechnologischer Entwicklung liegen zwar Arbeiten vor, die Entwicklung unterschiedlicher Technologieregionen erklären diese aber nicht. Der Regionaldarwinismus internationaler High-Tech-Regionen erfolgt durch selbstorganisatorische intra- und interregionale Interaktionen, obwohl Kooperation zwischen Regionen dem Wettbewerbsgedanken zunächst widerspricht. Wie sollte sich kooperatives Verhalten durchsetzen, wo es doch dem *survival of the fittest* widerspricht? Empirische Befunde aus der Kybernetik beweisen, dass wechselseitige Unterstützung langfristig selbst bei egoistischen Kontrahenten spontan auftreten und als stabile Strategie zu Verfolgung eigener Ziele weiterbestehen kann. Kooperation kann sogar als evolutionär vorteilhaftes Verhalten entstehen, wenn Konkurrenten zukünftige Konsequenzen ihrer Interaktionen berücksichtigen. Dabei entstehen häufig heterogene Allianzen mit dynamischen Strukturen, die die Entwicklung neuer Strategien erlauben (HERZ 1994, 53 ff., 66). Freilich sind biologische Phänomene der Evolution nicht kongruent auf regionaltechnologische Entwicklungen übertragbar, allerdings sind überraschende Parallelen erkennbar.

Regionaldarwinismus lernender High-Tech-Regionen

Der Strategiefindungs- und Implementationsprozess regionaler Technologiepolitik ist ein permanenter selbstreflexiver Prozess. Der persönlichen Kommunikation unter den Akteuren kommt eine zentrale Bedeutung zu. In kleinräumigen Systemen sind diese Bedingungen am besten gewährleistet. Letztlich liegt darin der Erfolg begründet, denn nur eine regionale Technologiepolitik, die lernfähig ist und ihr Verhalten korrigieren kann, wird im Spannungsfeld zwischen technologischen, ökonomischen und sozialen Transformationen bestehen können. Für viele Regionen ist der technologiepolitische Weg die einzige Entwicklungsoption. Diese mit-dem-Rücken-zur-Wand-Situation erlaubt das Verständnis ihres häufig irrationalen Verhaltens. Den erfolgrei-

chen Regionen wird es gelingen, aus dieser katastrophischen und chaotischen Situation Ordnung, Kontinuität und Stabilität zu schaffen. Für andere werden die internen Entwicklungswiderstände zu groß sein (TOWNROE 1990, 74). Zum Verständnis dieser Selektionsprozesse muss zuerst Abschied von der Vorstellung funktionell-instrumenteller Eingriffe und technokratisch-planerischer Interventionen genommen werden. Immer mehr weichen diese Kategorien zustandsdeterminierter Systeme des homöostatischen Gleichgewichts der Aufmerksamkeit für Instabilitäten und katastrophische Strukturbrüche (vgl. MÜLLER 1992, 342). So führen etwa die Befunde aus der Chaostheorie zu der Überlegung, ob nach dem chaotischen Zusammenbruch der Systeme Osteuropas eine neue stabilere Ordnung zu erwarten ist. Die Vorstellung eines kreativen Chaos und eines Hyperepochen-Bruchs lässt sich auch auf die ehemals katastrophale Situation vieler High-Tech-Regionen anwenden. Interregionaler Wettbewerb müsste dann als Funktion zyklischer und wechselseitiger Entwicklungen verstanden werden. Zyklisch im Sinne kybernetischer *Rise-and-fall*-Ansätze. Wechselseitig als Folge der Interaktion, konkret des Voneinander-Lernens.

Das Konzept der *Lernenden Region* begreift Region als System lokaler Akteure zur optimalen Bewältigung des Strukturwandels mittels vernetzter Lernprozesse. Eine zentrale Rolle übernehmen regionsspezifische Lernkonzepte und Netzwerkarchitekturen. „Im Grunde genommen besteht der Ansatz der *Lernenden Region* aus einer Inwertsetzung ‘selbstorganisierter Lernprozesse’“ (RÖSCH 1997, 10). Seine Vorteile liegen in der Reduzierung von Unsicherheiten durch erhöhten Informationstransfer und durch Optimierung der Reaktionsprozesse. Regionales Lernen ist ein sozialer Prozess, in welchem Ideen, Erfahrungen und Informationen kollektiv verarbeitet und interpretiert werden. Dadurch entsteht Kompetenz, die in unterschiedlichen Formen (z.B. Kultur, Routine) gespeichert wird. „Es zeigt sich, dass hier Ordnungen entstehen können, die weder von außen noch von ‘ausgezeichneten Bestandteilen’ des Systems (also von Autoritäten) vorgegeben werden. Ja, es können sogar Ordnungen entstehen, die keinem der Mitglieder des Systems bewusst sind. Zumindest weiß man oft nicht, woher sie kommen“ (Steiner zit. n. HEINTEL 1997, 314). Der Aufbau einer *regional technology community* ist ein Prozess

der Selbstorganisation. Im Resultat muss das Problem geeigneter Träger für die lokale Technologiepolitik gelöst werden. Dabei spielen persönliche Dispositionen und die Größe des Netzes eine zentrale Rolle. Lokale Technologieprojekte werden in der Regel immer nur von wenigen Akteuren initiiert. Daher ist es auch unwahrscheinlich, dass das Projekt bei allen auf Zustimmung stößt. Zudem sind die Akteure in ihre subjektiven Lebenswelten eingebunden. Die Maxime des ökonomischen Kalküls bei der Entscheidungsfindung wird durch lebensweltlich motivierte Argumente beeinflusst. Daher werden nicht immer die objektiv sinnvollsten, sondern, motiviert durch persönliche Dispositionen, die subjektiv richtigen Entscheidungen getroffen. Eine *Rational-choice*-Entscheidung oder ein *Homo-oeconomicus*-Verhalten können nicht erwartet werden. Selbstorganisation muss vielmehr als Produkt selektiver Wahrnehmung und subjektiver Präferenzen verstanden werden, da Interaktionen durch Wahrnehmungs- und Bewertungsprozesse konstituiert werden (vgl. HILPERT 2000c).

Zufälle und andere Regelmäßigkeiten

Der Grund dafür, dass die Physik zur Wende des 20. Jahrhunderts wohl für alle Wissenschaften Vorbild war, lag vor allem darin, dass es ihr gelang, die Historizität, also die Einmaligkeit eines Ereignisses auszuschließen. Unter gleichen, kontrollierten Bedingungen konnten Experimente beliebig oft mit dem selben Resultat wiederholt werden. Es herrschte völlige Voraussagbarkeit. Im Verlauf der folgenden 100 Jahre wurde dieses Bild tief erschüttert. So ist etwa der radioaktive Zerfall grundsätzlich kaum prognostizierbar und auch Befunde aus der Chaostheorie lassen an strengen Voraussetzungen natürlicher Prozesse zweifeln (HAKEN 1994, 24 f., MÜLLER-BENEDICT 1997, 46). So ist es kaum verwunderlich, dass auch in den Regionalwissenschaften, die noch eine viel größere Zahl von (Stör)Variablen berücksichtigen müssen, sich mehr und mehr der Glaube an die Singularität und Zufälligkeit regionaler Entwicklung verfestigt.

Der wissenschaftliche Umgang mit Singularitäten ist methodisch äußerst schwierig. Alle Wissenschaften, die von der Individualität ihrer Gegenstände absehen können, verwenden deshalb mathematische Verfahren, um formale Zusammenhänge zwischen realen Entitäten aufzuklären. Zur Analyse von Einzelphänome-

nen in High-Tech-Regionen ist das Konzept der Selbstorganisation hilfreich. Die dahinterstehende Idee schlägt vor, die Summe aller Singularitäten als quasi-kalkulierbare und systemimmanente Komponenten des Entwicklungsprozesses zu interpretieren. Synoptische Studien müssten dann in vergleichbaren regionalen Entwicklungen ähnliche Typen von Zufällen dokumentieren. Nach wie vor werden Technologieregionen als Sondergebiete angesehen, deren Entwicklungen so einzigartig seien, dass sie kaum mit anderen Räumen – nicht einmal untereinander – vergleichbar seien. Könnte aber die Hypothese der Historizität durch die Entdeckung einer Systematik der Zufälligkeit widerlegt werden, wäre der Grundstein für eine krisensichere Politikberatung gelegt. „The more mystical prophets of ‚complexity‘ express the hope that we will eventually arrive at universal laws of self-organization that apply to all complex dynamic systems. A more modest goal would be to identify families of situations, possibly in very different contexts, in which similar principles and behavior arise“ (KRUGMAN 1996, 47). Es stellt sich somit die Frage: Welche Komponentenkonstellation erhöht die Wahrscheinlichkeit (und damit die Prognostizierbarkeit) bestimmter Zufälle?

Die wissenschaftliche Bewältigung dieser Fragestellungen, die Analyse von genetischen Gesetzmäßigkeiten scheinbar chaotischer oder singulärer regionaler Entwicklungen steht nach wie vor am Anfang (vgl. KRUGMAN 1996), weshalb nicht selten scheinbar zufällige Ereignisse zu Erklärung lokaler High-Tech-Akkumulationen verwendet werden. So soll etwa ein Spätzle-Essen zwischen Wissenschaftlern und dem ehemaligen Ministerpräsidenten von Baden-Württemberg der Auslöser für die Wissenschaftsstadt Ulm gewesen sein. Solche Perspektiven lenken den Blick auf den Einfluss von Einzelpersonen. Oft wird behauptet, dass die Entwicklung von Technologieregionen in hohem Maße vom Einsatz einzelner Persönlichkeiten abhängt (STERNBERG 1995a, 301). Damit stünde die Regionalforschung vor sehr komplexen Problemen. Einzelakteure sind kaum in einer mathematischen Formel der Regionalentwicklung zu kalkulieren oder gar zu quantifizieren. Dennoch sprechen synoptische Analysen für den Versuch, den einzelnen regionalen Akteur nicht nur als singuläre und zufällige Erscheinung, sondern als strategischen Teil eines regionaltechnologi-

schen Prinzips zu interpretieren. Sicherlich war der unikate Einfluss von Franz-Joseph Strauß einzigartig für die Entwicklung der Technologieregion München. Aber auch in anderen Räumen traten solche Momente auf (z.B. die Rolle von Lothar Späth für die Technologieregion Karlsruhe).

Von wem lernen Technologieregionen?

Für Technologieregionen in einem frühen Stadium ist es wenig effektiv, eigene Strategien zu erfinden. Durch Imitation anderer Technologieregionen können Vorerfahrungen genutzt, ein *best-working-set* von Instrumenten zusammengestellt und Entwicklungsrückstände aufgeholt werden. Voraussetzung ist, dass die weniger entwickelte Technologieregion den Lernprozess optimiert, die Übertragungserfolge von der weiter entwickelten Region maximiert. Für den Imitationserfolg ist zunächst die Vergleichbarkeit der regionalen Strukturen entscheidend. Ist eine Ähnlichkeit vorhanden, können technologiepolitische Instrumente kopiert werden. Der Erfolg hängt dann von den internen Implementationswiderständen ab. Sind diese gering, ist die Wahrscheinlichkeit vergleichbarer Erfolge hoch. Die Evaluation der Wirksamkeit des imitierten Instruments erfordert dann eine neue technologiepolitische Positionierung. Ist der Entwicklungsrückstand nach wie vor groß, müssen weitere Imitationsiterationen folgen. Ist er aufgehoben, kann sogar die imitierte Technologieregion in Form von Rückkopplungsschleifen von der jungen Technologieregion lernen (Abb. 1). Der größte Vorteil der Imitation liegt in der Entwicklungsgeschwindigkeit, da Verhaltensmuster durch Beobachtung schneller erlernt werden können als durch eigenes Versuchen, was oft mit (finanziell und motivatorisch nicht unwesentlichen) Rückschlägen verbunden ist. Imitation bedeutet aber häufig auch reflexionslose Kopie von Strukturen, Programmen oder Strategien anderer Regionen, ohne Kenntnis der Erfolgsdeterminanten. Die Kopiervorlage kann deshalb genau so richtig oder genau so falsch sein wie das eigene Experimentieren.

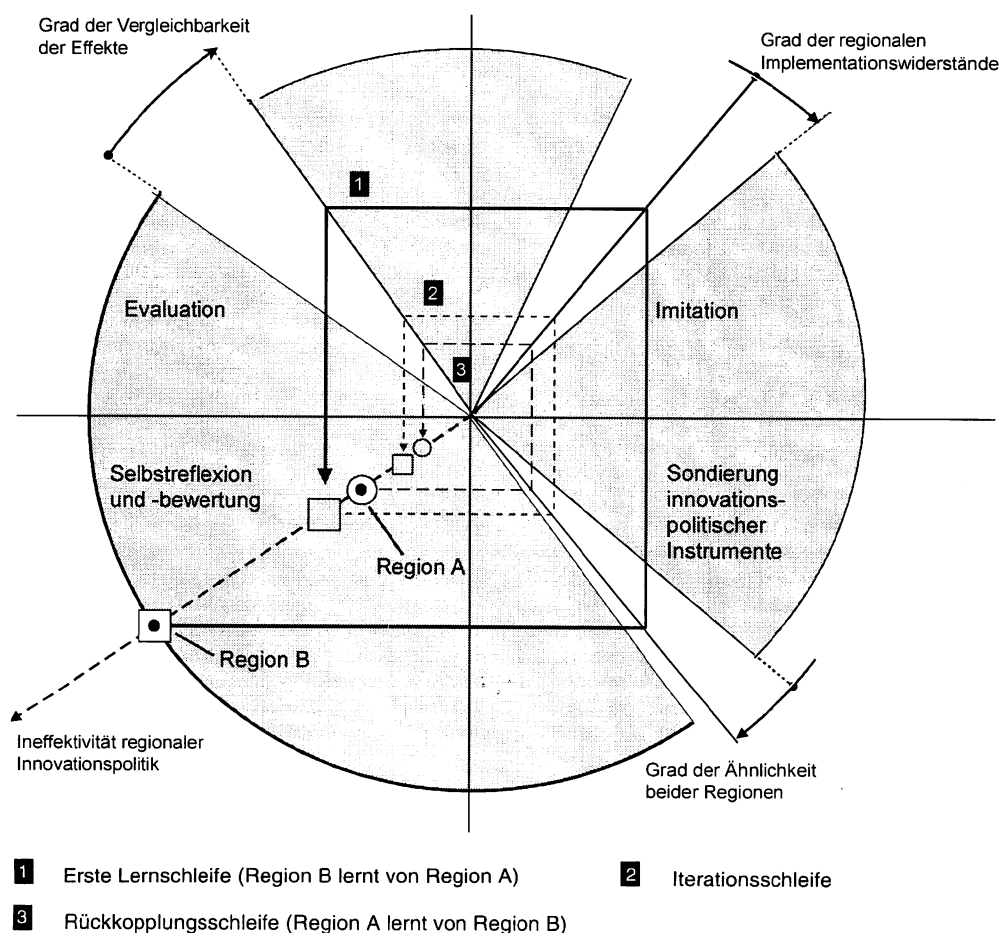
Für weiter entwickelte Technologieregionen stellt mangels Kopiervorlagen die experimentelle Entwicklung die einzige Alternative zur Imitation dar. Für ein erfolgreiches technologiepolitisches Experiment sind mehrere Determinanten bestimmend (Abb. 2). Zunächst entscheidet die Qualität der innovativen Idee über die Umsetzungswahrscheinlichkeit und die

Wirkungstiefe. Ist die Qualität hoch, ist die Form und die Geschwindigkeit der regionalen Implementation für den Erfolg verantwortlich. Die Überprüfung der Wirksamkeit gibt dann Aufschluss über die Effektivität, den Nutzen und damit die technologiepolitische Zukunft (z.B. weitere Experimentierschleifen) des neuen Instruments. In der Regel zeigen frühe und neue Formen der regionalen Technologiepolitik diesen experimentellen Charakter.

Hinter technologiepolitischen Strukturen verbergen sich aber nur teilweise intendierte Mu-

ster im Sinne einer Planbarkeit. Häufig hat diese Dynamik den Charakter eines *muddling through*. Wahrscheinlich ist diese experimentelle Komponente wichtig für eine prosperierende Entwicklung von High-Tech-Regionen. „Durable development in the regions will not be reached by copying the development in other places but rather through consistent reorientation that has to be innovation oriented” (HIRCHE 1990, 328). Diese rekursiven Strategien erfolgen in Erprobungsschleifen und schließen unterschiedliche Akteure ein. Aus der Kombination von Imitation und Experiment entsteht das

Abb. 1: Optimierung regionaler Technologiepolitik durch interregionale Lernschleifen (Imitation)



Quelle: HILPERT 2000a, 94

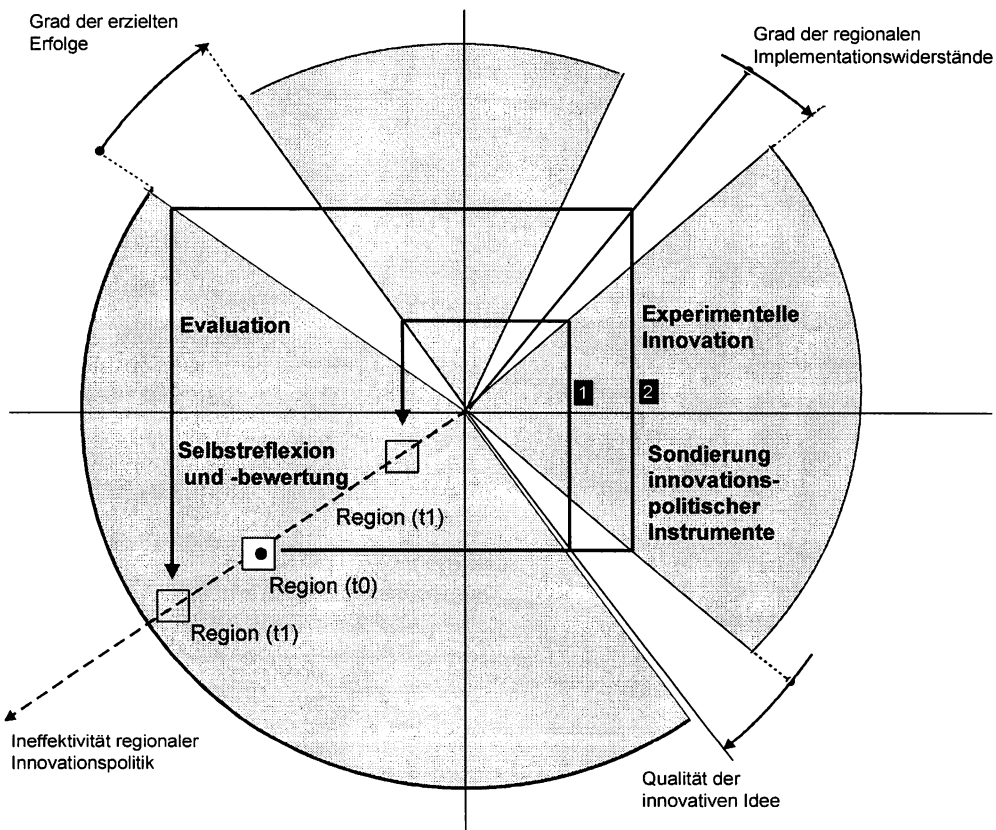
Konzept der experimentellen Imitation (HILPERT 1999, 103). Sie oszilliert zwischen Kopieren und Probieren und umfasst gleichsam beide Strategien. Die regionale Realität zeigt, dass je nach Alter, Bedürfnis oder Entwicklungsstand der Technologieregion das Imitieren oder das Experimentieren überwiegt. Die Entscheidung muss zudem unter Kostenaspekten betrachtet werden. Weil Imitation billiger ist, wächst möglicherweise die zurückliegende Region schneller und es kommt zu regionaltechnologischer Konvergenz. Unterscheidet man aber zwischen Basis- und Erfahrungsinnovationen

kommt es zu Divergenzen, da regionale Erfahrungen nicht imitiert werden können.

Lernnetze als Funktion der Zeit

Lernfähigkeit gilt als Erfolgsgarant für Technologieregionen, um Unsicherheiten zu minimieren und Transformationsprozesse bewältigen zu können. Der Lernerfolg gestaltet sich vor allem als Erfahrung aus. Sie eröffnet die Möglichkeit, permanent in Echtzeit Problemlösungsstrategien zu verbessern. *Lernende Regionen* haben vor allem das Lernen gelernt. Ein einheitliches Lernmodell gibt es aber ver-

Abb. 2: Optimierung regionaler Technologiepolitik durch intraregionale Lernschleifen (Experiment)



1 Best-case-Szenario (Erfolgreiches technologiepolitisches Experiment)

2 Worst-case-Szenario (Erfolgsloses technologiepolitisches Experiment)

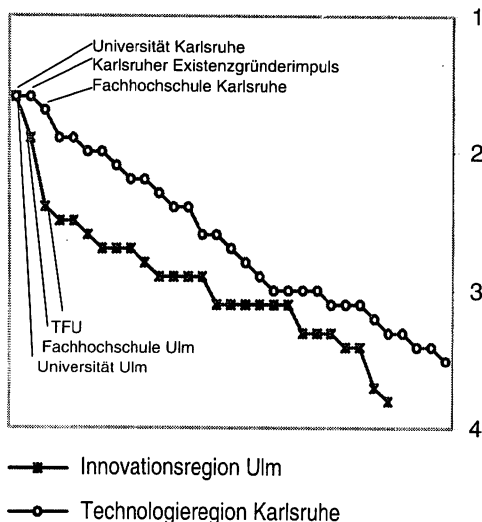
Quelle: HILPERT 2000a, 96

mutlich nicht. Die Praxis zeigt, dass sich in unterschiedlichen Regionen unterschiedliche Modelle entwickelt haben. Diese können nicht gegeneinander abgewogen werden. Für den Erfolg ist viel wichtiger, wie konsistent die jeweilige Lernform umgesetzt wird. In High-Tech-Regionen werden in der Regel das inkrementale und das transformative Lernen beobachtet. Hemmnisse für regionales Lernen werden vor allem in dauerhaftem Erfolg und in einer langanhaltenden Konsenskultur gesehen (DIERKES/BERTHOIN ANTAL 1999, 2f.). Eine kritische Masse an Homogenität ist aber nötig, um überhaupt einen einheitlichen Kommunikationskodex entwickeln zu können. Die Entwicklung eines solchen Akteursnetzes braucht Zeit. Demnach müsste in älteren Technologieregionen ein dichteres Kooperationsnetz der Technologieträger festgestellt werden. In der älteren Technologieregion Karlsruhe und der jüngeren Innovationsregion Ulm wurde diese These geprüft. In der Region Karlsruhe fanden die ersten technologiepolitischen Bemühungen in den fünfziger und sechziger Jahren im Zuge der Ansiedlung von For-

schungsinstituten der Fraunhofergesellschaft statt. Erste nennenswerte Aktivitäten in Ulm finden sich indes erst in den achtziger Jahren mit der Gründung der Wissenschaftsstadt Ulm (vgl. HILPERT 2000a). In beiden Regionen wurden die Kooperationskontakte gemessen. Dazu wurden allen relevanten Institutionen Listen der technologiepolitischen Träger der Region mit der Bitte vorgelegt, Angaben über Quantität und Qualität der Kooperationsbeziehungen zu den einzelnen Institutionen zu machen. Abb. 3 zeigt die Ergebnisse in einem Rank-Size-Diagramm der regionalen Kooperation in beiden Regionen.

Abb. 3 belegt, dass das Rank-Size-Muster des Karlsruher Kooperationsnetzes wesentlich polyzentrischer ist als das Ulmer. In Ulm steht die Universität (Primatakteur) im Zentrum der Kooperationen ($\emptyset$ 1,6). Mit Abstand folgt die Fachhochschule Ulm ($\emptyset$ 1,9) und das Technologie-Förderungsunternehmen TFU ($\emptyset$ 2,4). Insgesamt zeigt die Kurve einen konkaven Verlauf. In Karlsruhe ist die Kurve beinahe linear. Den Kooperationskern bilden die Universität ($\emptyset$ 1,6), der Karlsruher Existenzgründerimpuls ($\emptyset$ 1,6) und die Fachhochschule ($\emptyset$ 1,7). Aber auch die Karlsruher-Informatik-Kooperation ($\emptyset$ 1,9), die TechnologieRegion Karlsruhe GbR ($\emptyset$ 1,9), das Forschungszentrum ($\emptyset$ 2,0), das CyberForum ($\emptyset$ 2,0) und die Technologiefabrik ($\emptyset$ 2,1) sind wichtige Bausteine des regionalen Kooperationsnetzes. Zur Fundierung dieser Ergebnisse wurde den befragten Institutionen folgender Satz mit der Bitte um Bewertung vorgelegt: „Um unsere Arbeit möglichst erfolgreich durchführen zu können, nutzen wir Erfahrungen und Informationen anderer regionaler Akteure und Einrichtungen“ (1 = trifft voll und ganz zu; 2 = trifft eher zu; 3 = trifft eher nicht zu; 4 = trifft überhaupt nicht zu). Auch hier zeigte sich, dass in Karlsruhe (Δ 1,8) das Kooperationsnetz zur Optimierung regionaler Technologiepolitik sehr viel intensiver genutzt wird als in der Region Ulm (Δ 2,8) (vgl. HILPERT 2000a). Tab. 1 zeigt zudem, dass die Qualität der Zusammenarbeit in der Region Karlsruhe positiver bewertet wird, als in der Region Ulm. Diese Befunde werden auch gestützt durch die Ergebnisse einer Betriebsbefragung zum Technologietransfer in den Regionen Karlsruhe und Ulm. Der Austausch von Wissen und Technologie in Unternehmensnetzwerken ist in der Region Karlsruhe ebenfalls sehr viel stärker ausgeprägt als in der Region Ulm (vgl. CONRADTS/HUBER 2000).

Abb. 3: Rank-Size-Rule der Kooperationspartner; Angaben in $\emptyset$



Frage: „Geben Sie bitte an, zu welchen Einrichtungen auf der Liste Sie fachlichen Kontakt haben und wie eng dieser ist. 1=sehr enger Kontakt; 2=häufiger Kontakt; 3=eher seltener Kontakt; 4=kein Kontakt“

Quelle: eigene Erhebung

Fazit: Durch Irrtümer zur Selbstorganisation

Eingangs wurde die Frage formuliert, welchen Beitrag die regionale Technologiepolitik für die Entwicklung von High-Tech-Regionen leisten kann und welchen Anforderungen sie genügen muss, um die gesetzten Ziele zu realisieren. Immer mehr deutet darauf hin, dass die Bewältigung des technologischen Wettbewerbs fast nur noch als dezentrale Selbststeuerung möglich ist (vgl. HILPERT 2000a). Zum einen scheitern politische Interventionen an den Implementationsschwierigkeiten, wenn sie allein auf die lokale Befolgung obrigkeitlicher Anordnungen vertrauen. Zum zweiten scheitern sie am Mangel an Identifikation und Partizipation. Nur eine subsidiäre und selbstorganisierte Technologiepolitik wird langfristig erfolgreich sein. Die Heterogenität neuer Technologien und die rasche Marktentwicklung erfordern eine neue Qualität der Interaktivität der *regional technology community*. Innovationen erfolgen nicht linear, sondern in Schleifen und schließen unterschiedliche Akteure ein. Neugier, Offenheit, Kooperation, Kreativität und Vertrauen sind dabei notwendige regionalkulturelle Eigenschaften. Das Bild der interagierenden Region sollte aber keinesfalls darüber hinwegtäuschen, dass Kooperation mit Konflikten verbunden ist. Diese sind Bestandteil des Lernprozesses. Misstrauen und Konkurrenzdenken sind zu minimieren, Misserfolge und Fehlschläge zu verkraften.

Der Einfluss evolutionärer und autopoietischer Momente auf die regionale High-Tech-Entwicklung ist aufs engste mit der Optimierung der Organisation regionaler Technologiepolitik verbunden. Selbstorganisation meint dabei einen *Trial-and-error*-Prozess, der aus Fehlern lernt und sofort darauf reagiert, um die Struktur dynamisch zu optimieren. Das Optimum wird dabei meist im Status Quo angestrebt. Po-

litisch ist dieses Verhalten für High-Tech-Regionen verständlich, wenn etwa an die relativ kurzen Legislaturperioden gedacht wird, die sofort sichtbare Erfolge für die politischen Handlungsträger erfordern. Die Suche gilt aber den langfristig erfolgreichen Formen regionaler Selbstorganisation. Das herkömmliche Verständnis regionaler Technologiepolitik geht von linearen, mechanischen Zusammenhängen zwischen Ursache und Wirkung aus. Dieser hierarchisch-regulative Politikansatz lässt Interventionen oft scheitern, da Rückkopplungen, Irreversibilitäten oder Externalitäten nicht berücksichtigt werden. Die Komplexität regionaltechnologischer Systeme, die Vielzahl der Akteure und Zielsetzungen, die unterschiedlichen Steuerungsmechanismen sowie die oft latenten Vernetzungen machen bereits einfache Ursache-Wirkungs-Interventionen unmöglich. Es bedarf daher der iterativen Steuerung von innen, einer prozessualen Evaluation. Gefordert ist ein neuer Politiktypus, eine experimentelle Technologiepolitik (MEYER-KRAHMER/KUNTZE 1992, 113). Dies setzt voraus, auch das Scheitern als etwas Normales zu begreifen. Gerade in hochtransformativen Systemen sind Irrtümer selbstverständlich. Es kommt daher weniger darauf an, Misserfolge zu vermeiden, als vielmehr die Gründe dafür zu analysieren und daraus zu lernen. Das Hauptmanko der deutschen Technologiepolitik scheint deshalb darin zu liegen, dass die Methode von *trial-and-error* nicht ausgeschöpft wird. *Prognos* zeigt in seiner Studie zur Technologiepolitik in Japan, dass die dortigen Erfolge weniger das Ergebnis systematischer, langfristiger, staatlicher Planung sind, sondern durch einen bewusst organisierten *Trial-and-error*-Prozess auf allen Ebenen des Staates, der Wirtschaft und Wissenschaft gekennzeichnet sind. Zur Nutzung dieser Methoden gehört als erste Voraussetzung, „dass sich die Forschungspolitiker und ihre Beamten dieser Möglichkeit bewusst sind. Solange dieses Be-

Tab. 1: Einschätzung der Qualität regionaler Zusammenarbeit mit anderen Einrichtungen, Institutionen und Ämtern in der Region (in %)

	Innovationsregion Ulm	Technologieregion Karlsruhe
unbefriedigend; eher mangelhaft	33,4	0,0
durchschnittlich	22,2	33,3
eher gut; sehr gut	44,5	66,6

Quelle: eigene Erhebung

wusstsein nicht verbreitet ist, (...) [verhält man] sich wie in einem statischen System, ist geneigt, Gewohnheiten für Sachzwänge zu halten und ist verwundert, wenn sich das Umfeld nach einiger Zeit wesentlich geändert hat oder gut gemeinte Absichten nicht verwirklicht werden können" (LORENZEN 1985, 28).

Anmerkung

1 Der Beitrag basiert auf einer am *Lehrstuhl für Sozial- und Wirtschaftsgeographie der Universität Augsburg* (Prof. Dr. Franz Schaffer) betreuten Diss. (HILPERT 2000a). Die Promotionsforschung fand am *Internationalen Institut für Empirische Sozialökonomie (INIFES)* im Rahmen des vom *Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)* geförderten Verbundforschungsprojektes 'Sozialwissenschaftliche Technikberichterstattung' statt (IAB, IfS, INIFES, ISF, SOFI). Die empirische Basis bildeten unter anderem sekundärstatistische Analysen internationaler High-Tech-Regionen sowie in den Regionen Karlsruhe und Ulm schriftliche Befragungen der technologiepolitischen Institutionen und der Technologieträger sowie Leitfadeninterviews mit zentralen Akteuren.

Literatur

- BELLMANN, L./HILPERT, M./KISTLER, E. (1999): Technik und Beschäftigung. In: *IAB/IfS/INIFES/ISF/ SOFI* (Hrsg.): Jahrbuch Sozialwissenschaftliche Technikberichterstattung '98/99. Schwerpunkt Arbeitsmarkt. Berlin, 215-254.
- BOUCKE, C. (1993): Networks as a Technology Policy Device – The Case of the „Wissenschaftsstadt Ulm“. Augsburg. (= Volkswirtschaftliche Diskussionsreihe, Beitrag Nr. 88).
- CONRADT, R./HUBER, A. (2000): Wissens- und Technologietransfer in Bayern und Baden-Württemberg. Fallstudien zu regionalen Effekten von Transfertypen auf den Arbeitsmarkt. Augsburg.
- DIERKES, M./BERTHOIN ANTAL, A. (1999): Lernen als sozialer Prozess. In: *INFO*. Mitteilungsblatt der Gottlieb Daimler- und Karl Benz Stiftung, 19, 1-4.
- ELLWEIN, T. (1982): Innovationsorientierte Regionalpolitik. Opladen.
- HAKEN, H. (1994): Das Einmalige und das Gesetzmäßige in Physik und Biologie aus der Sicht der Synergetik. In: Braitenberg, V./Hosp, I. (Hrsg.): Evolution. Entwicklung und Organisation in der Natur. Hamburg, 24-34.
- HEINTEL, M. (1997): Region und Selbstorganisation? Einige Gedanken zum Phänomen räumlicher Konstituierung. In: *SWS-Rundschau*, 3, 303-324.
- HERZ, A.V.M. (1994): Frustration ohne Dilemma: Kollektive Phänomene in evolutionären Spielen. In: Braitenberg, V./Hosp, I. (Hrsg.) loc. cit. 53-68.
- HILPERT, M. (1999): Experimentelle Imitation. Selbstorganisation regionaler Lernprozesse: Strategie oder „muddling through“? In: Goppel, K./Schaffer, F./Thieme, K. u.a. (Hrsg.): Lernende Regionen. Organisation - Management - Umsetzung. Augsburg, 101-120. (= Schriften zur Raumordnung und Landesplanung. Band 5).
- HILPERT, M. (2000a): Die Technologieregion. Lernprozesse und Beschäftigungseffekte der Technologiepolitik – evaluiert an den Beispielen Ulm und Karlsruhe. Augsburg.
- HILPERT, M. (2000b): Innovationsregionen: Vorboten zukünftiger Arbeitsmärkte? In: *IAB/INIFES/ IfS/ ISF/ SOFI* (Hrsg.): Jahrbuch Sozialwissenschaftliche Technikberichterstattung 2000. Schwerpunkt: Innovation und Arbeit. Berlin, 193-252.
- HILPERT, M. (2000c): High-Tech-Regionen: Tragfähigkeit, Lebenszyklen und Arbeitsmärkte. In: Schaffer, F./Thieme, K. (Hrsg.): Innovative Regionen. Umsetzung in die Praxis. Augsburg, 101-124.
- HIRCHE, W. (1990): Perspectives of Innovation-Oriented Regional Development Strategies. In: Ewers, H.-J./Allesch, J. (eds.): Innovation and Regional Development. Strategies, Instruments and Policy Coordination. Berlin/ New York, 326-335.
- HUCKE, J./WOLLMANN, H. (1989): Technologiepolitik in Bundesländern und Kommunen. Reichweite und Grenzen. In: Hücke, J./Wollmann, H. (Hrsg.): Dezentrale Technologiepolitik? Technikförderung durch Bundesländer und Kommunen. Basel u.a., 11-34.
- KRUGMAN, P. (1996): The Self-organizing Economy. Cambridge.
- LAAFIA, I. (1999): Beschäftigung im Hochtechnologiebereich. EUROSTAT (Hrsg.): Statistik kurzgefaßt, 9.
- LORENZEN, H. P. (1985): Effektive Forschungs- und Technologiepolitik: Abschätzung und Reformvorschläge. Frankfurt am Main, New York.
- MEYER-KRAHMER, F./KUNTZE, U. (1992): Bestandsaufnahme der Forschungs- und Technologiepolitik. In: Grimmer, K. et al. (Hrsg.): Politische Techniksteuerung. Opladen, 95-118.
- MÜLLER, K. (1992): „Katastrophen“, „Chaos“ und „Selbstorganisation“. Methodologie und sozialwissenschaftliche Heuristik der jüngeren Systemtheorie. In: PROKLA. Zeitschrift für kritische Sozialwissenschaft, 88, 340-373.
- MÜLLER-BENEDICT, V. (1997): Bedingungen selbstorganisatorischer sozialer Prozesse. Ein Vergleich formaler Modelle von kollektiven Aktionen. In: ZUMA-Nachrichten, 41, 44-72.
- OECD (1998): Technology, Productivity and Job Creation. Best Policy Practices. Paris.
- OHMAE, K. (1996): Der neue Weltmarkt. Das Ende des Nationalstaates und der Aufstieg der regionalen Wirtschaftszonen. Hamburg.
- PORTUGALI, J. (1997): Self-organizing Cities. In: *Futures*, 29, 353-380.
- RÖSCH, A. (1997): ‚Kreative Milieus‘ und die Regionalentwicklung – wirtschaftsgeographische und regionalökonomische Perspektiven. (= unveröffentl. Vortragsmanuskript, 12.12.1997).
- STERNBERG, R. (1995a): Technologiepolitik und High-Tech Regionen – ein internationaler Vergleich. Münster/ Hamburg.
- STERNBERG, R. (1995b): Wie entstehen High-Tech-Regionen? Theoretische Erklärungen und empirische Befunde aus fünf Industriestaaten. In: *Geographische Zeitschrift*, 1, 48-63.
- TOWNROE, P.M. (1990): Regional Development Potentials and Innovation Capacities. In: Ewers, H.-J./Allesch, J. (eds.): Innovation and Regional Development. Strategies, Instruments and Policy Coordination. Berlin, New York, 72-82.