

Dieter Sauer, Christa Lang (Hg.)

Paradoxien der Innovation

Perspektiven
sozialwissenschaftlicher
Innovationsforschung

Campus Verlag
Frankfurt/New York

Paradoxien der Innovation



Veröffentlichungen aus dem
Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V.
ISF München



Die in diesem Band zusammengefaßten Arbeiten sind im Rahmen eines Symposions entstanden, das von der Volkswagen-Stiftung (AZ. II/74994) und dem Bayerischen Staatsministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst (AZ. X/7-27/1(25)-27/168782) unterstützt wurde. Veranstalter war der Verbund Sozialwissenschaftliche Technikforschung (Koordination: ISF München), der vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (Förderkennzeichen SWF01127) gefördert wird.

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt allein bei den Autoren und Herausgebern.

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Paradoxien der Innovation : Perspektiven sozialwissenschaftlicher Innovationsforschung / Dieter Sauer ; Christa Lang (Hg.). – Frankfurt (Main) ; New York : Campus Verl., 1999
(Veröffentlichungen aus dem Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V., ISF München)
ISBN 3-593-36314-3

Die Veröffentlichungen werden herausgegeben vom Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V. – ISF München.

Copyright © 1999 ISF München.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ohne Zustimmung des Instituts ist unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.
Vertrieb: Campus Verlag, Heerstraße 149, 60488 Frankfurt.
Redaktion und Satz: Christa Hahlweg, ISF München.
Druck und Bindung: Druckerei Novotny, 82319 Starnberg.
Printed in Germany.

Inhalt

Vorwort	7
 <i>Dieter Sauer</i>	
Perspektiven sozialwissenschaftlicher Innovationsforschung – Eine Einleitung	9
 Teil A: Paradoxie globaler/regionaler Innovationsbedingungen	
<i>Hartmut Hirsch-Kreinsen, Volker Wittke</i>	
Soziale Konstitution und Internationalisierung von Innovationsprozessen	25
 <i>Pierre Veltz</i>	
Innovation im Spannungsfeld von Globalisierung und Regionalisierung	51
 <i>Rob van Tulder</i>	
Meso Institutions and Innovation Paradoxes	57
 Teil B: Paradoxie der Kontextualisierung	
<i>Kurt Monse, Johannes Weyer</i>	
Nutzerorientierung als Strategie der Kontextualisierung technischer Innovationen	97
 <i>Frieder Meyer-Krahmer</i>	
Anwendungskontexte: Technologie- und Innovationstreiber	119
 <i>Arie Rip, Johan W. Schot</i>	
Anticipating on Contextualization – Loci for Influencing the Dynamics of Technological Development	129

Teil C: Paradoxie der Zukunftsfähigkeit

Georg Simonis

Die Zukunftsfähigkeit von Innovationen: das Z-Paradox 149

Harald Rohrer

Zukunftsfähige Technikgestaltung als soziale Innovation 175

Teil D: Paradoxie der rechtlichen Steuerungsfähigkeit

Alexander Roßnagel

Das Neue regeln, bevor es Wirklichkeit geworden ist
– Rechtliche Regelungen als Voraussetzung technischer
Innovation 193

Rainer Wolf

Innovation, Risiko und Sicherheit 211

Wolfgang Hoffmann-Riem

Zur Notwendigkeit rechtswissenschaftlicher
Innovationsforschung 229

Günther Ortmann

Innovation als Paradoxieentfaltung
– Eine Schlußbemerkung 249

Die Autoren und Herausgeber 263

Das Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V. München 264

Vorwort

Am 3./4. Dezember 1998 fand in München ein Symposium des Verbundes Sozialwissenschaftliche Technikforschung zum Thema „Paradoxien der Innovation“ statt. Im Rahmen der Veranstaltung wurde versucht, neue Perspektiven sozialwissenschaftlicher Innovationsforschung vor dem Erfahrungshorizont verschiedener disziplinärer und nationaler Forschungskontexte aufzuzeigen und weiterführend zu diskutieren.

Zwischen der Innovationsmetapher, die als Zauberformel zur Lösung vieler Zukunftsprobleme moderner Gesellschaften die politischen Debatten beherrscht, und dem Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse über die Funktionsweisen und der Erfolgsbedingungen von Innovationsprozessen besteht eine bemerkenswerte Kluft. Trotz der Vielzahl von Beiträgen zur Innovationsforschung aus unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen waren sich die Teilnehmer des Symposiums über die aktuellen Defizite und Schwierigkeiten gegenwärtiger Innovationsforschung weitgehend einig. Die Referate der Tagung sind – deutlich überarbeitet – in diesem Buch zusammengestellt. In ihnen werden Probleme und Paradoxien des Innovationsprozesses beleuchtet und Wege zu ihrer Bearbeitung aufgezeigt.

Die Diskussion auf der Tagung hat gezeigt, daß sozialwissenschaftliche Innovationsforschung – über die Ansätze einzelner Disziplinen hinaus – einer neu-zuschaffenden transdisziplinären und integrativen Ausrichtung bedarf. Dazu sind auch neue Formen der Organisation von Forschungsprojekten, insbesondere hinsichtlich (internationaler) Kooperation und Koordination in Forschungsnetzwerken, erforderlich.

Wir hoffen, daß die in diesem Buch vorgestellten Beiträge Anstöße geben für eine breitere Debatte über Bedarf, Inhalte und auch Organisationsformen sozialwissenschaftlicher Innovationsforschung.

Wir danken für die Unterstützung bei der Vorbereitung und Durchführung des Symposiums sowie bei der Veröffentlichung der Beiträge der Volkswagen-Stiftung, dem Bayerischen Staatsministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst und dem Bundesministerium für Bildung und Forschung.

München, August 1999

Christa Lang, Dieter Sauer

Perspektiven sozialwissenschaftlicher Innovationsforschung – Eine Einleitung

Ausgangspunkt der in diesem Band zusammengestellten Beiträge ist ein Positionspapier des Verbundes Sozialwissenschaftliche Technikforschung (Lang, Sauer 1997), das sich mit dem gegenwärtigen Stand und den möglichen Perspektiven sozialwissenschaftlicher Innovationsforschung auseinandersetzt. Das darin formulierte Programm ist Ergebnis eines längeren Diskussionsprozesses einer Gruppe von Wissenschaftlern aus verschiedenen Disziplinen. Es diente zunächst der thematischen Fokussierung von Forschungsarbeiten im Verbund. Es sollte darüber hinaus auch Orientierungspunkte für neue Inhalte und Organisationsformen sozialwissenschaftlicher Innovationsforschung setzen, die über den traditionellen Zuschnitt von Forschungsprojekten im Verbund hinausgehen. Nachdem der Verbund Sozialwissenschaftliche Technikforschung in diesem Jahr seine Arbeiten in der bisherigen Organisationsform beenden wird, erhält diese Neuorientierung zusätzliche Bedeutung.

Der Verbund Sozialwissenschaftliche Technikforschung

Ein Blick auf die Geschichte des Verbundes Sozialwissenschaftliche Technikforschung zeigt, daß neue wissenschaftliche und politische Schwerpunktsetzungen auf der Grundlage des erreichten Wissensstandes wie neuer gesellschaftlicher Anforderungen schon immer seine Entwicklung gekennzeichnet haben.¹ Gegründet auf der Basis eines ersten Memorandums zur sozialwissenschaftlichen Technikforschung in der Bundesrepublik Deutschland im Jahre 1984, wurde zu Beginn die Notwendigkeit einer umfassenderen sozialwissenschaftlichen Technikforschung vor allem

1 Vgl. dazu die in den Mitteilungen des Verbundes, Hefte 1 bis 19, und in den zahlreichen Veröffentlichungen des Verbundes dokumentierte Entwicklung.

aus der Kritik an einem stark technik-deterministisch geprägten Verständnis von Technikfolgen hergeleitet. Die in den beiden zunächst gebildeten Forschungsschwerpunkten „Technik und Arbeit“ und „Technik und Alltag“ durchgeführten Projekte richteten sich deswegen vorerst auf eine breitere Erfassung der sozialen Auswirkungen von Technik, wobei dem Prozeßcharakter der technischen Entwicklung und ihrer systemischen Wirkungsweise besonderes Augenmerk galt. Die systematische Erweiterung der Wirkungsforschung erfolgte durch die Einbeziehung der Entwicklungs- und Anwendungsdimensionen von Technik, die sich in Projekten der Technikgenese – einem dritten Schwerpunkt des Verbundes – niederschlugen. Im zweiten Memorandum des Verbundes wurden Anfang der 90er Jahre vor allem die synergetischen Beziehungen zwischen diesen drei Forschungsfeldern und die Vernetzung von Forschungsperspektiven hervorgehoben, die bisher in der sozialwissenschaftlichen Technikforschung weitgehend voneinander abgeschottet bearbeitet wurden. Darüber hinaus wurde ein neuer Schwerpunkt zu Fragen der Techniksteuerung gebildet, der sich auf die Analyse ungelöster Steuerungsprobleme technischer Entwicklungen richtete.

Evaluierungen und Bilanzierungen der Arbeiten des Verbundes haben Mitte der 90er Jahre dazu geführt, die bisherige Schwerpunktbildung aufzugeben und künftig eine gemeinsame zentrale Thematik zu verfolgen. Sichtbare Konvergenzen in den Ergebnissen der bisherigen Forschungsprojekte, aber auch die veränderten externen Relevanzkriterien sozialwissenschaftlicher Technikforschung rückten die Innovationspotentiale technischer Entwicklungen stärker in den Vordergrund. Nicht zuletzt in der Debatte um den Standort Deutschland sind die institutionellen und organisatorischen Bedingungen der Innovationsfähigkeit, d.h., der Fähigkeit von Industrie- und Dienstleistungsunternehmen, neue Techniken und Produkte zu entwickeln und umzusetzen, ins Zentrum geraten. Damit haben auch Fragen nach unterschiedlichen Optionen von Innovationen und nach neuen politischen Gestaltungsmöglichkeiten verstärkte Bedeutung erhalten.

Mit der neuen thematischen Ausrichtung verband sich auch ein personeller und institutioneller Umbruch im Verbund: Die Generation der Gründer – der Verfasser des ersten Memorandums – ist ausgeschieden, die Forschungskompetenzen haben sich disziplinär und thematisch erweitert, insbesondere um juristische, innovationsökonomische und betriebswirtschaftliche Kompetenzen. Hinzu kam, daß zu diesem Zeitpunkt im Rahmen genereller Haushaltseinsparungen auch die Mittel für eine Förderung

sozialwissenschaftlicher Technikforschung seitens des BMBF stark eingeschränkt wurden. Die Situation wurde als Neubeginn definiert, und es wurde versucht, auch inhaltlich neue Perspektiven sozialwissenschaftlicher Innovationsforschung zu formulieren. Adressaten waren und sind sowohl die Wissenschaft als auch die Politik, denn der Kreis sieht sich – in der Tradition des Verbundes – sowohl der Grundlagenforschung als auch einem bestimmten Typus der Politikberatung verpflichtet. Dieses Spannungsverhältnis, das zwar nicht immer leicht auszutarieren ist, macht jedoch gerade den Reiz einer gesellschaftlich engagierten Innovationsforschung aus.

Innovationsdebatte

Mit dem Innovationsthema hat sich diese Spannung verstärkt: Innovation wird gegenwärtig als Passepartout zur Erschließung von Zukunftsoptionen moderner Gesellschaften angesehen – sei es zur Sicherung von Wettbewerbsfähigkeit der Industrie und der Erhaltung von Arbeitsplätzen in der globalen Konkurrenz, sei es zur nachhaltigen Bewältigung ökologischer Gefährdungen. Die einschlägigen politischen und wissenschaftlichen Diskussionen unterschätzen jedoch die praktischen und theoretischen Schwierigkeiten des Themas, die in der paradoxalen Struktur der Innovationsproblematik selbst ihre tiefere Ursache haben.

Das zeigt sich *erstens* an der gegenwärtigen Innovationsdebatte selbst bzw. an den ihr eigentümlichen Verkürzungen. Die Innovationsproblematik wird in der Regel aus der Perspektive der Handlungsbedingungen des einzelnen Unternehmens betrachtet und dabei vielfach auf ein reines Mengen-, Geschwindigkeits- und Einstellungsproblem verkürzt (Beschleunigung von Innovation, Abbau von Hemmnissen und Vorbehalten u.a.). Selbst die politische Debatte um gesellschaftliche und politische Rahmenbedingungen sowie um gesamtwirtschaftliche Effekte von Innovationen reduziert sich auf die Stabilisierung oder Förderung der einzelwirtschaftlichen oder – theoretisch allerdings kaum hinlänglich geklärt – gesamtwirtschaftlichen Wettbewerbsfähigkeit. Ergebnisse der sozialwissenschaftlichen Technikforschung, u.a. der Institutionenökonomie, der Technikgeneseforschung, der Industriesoziologie, der Regionalforschung (Theorie innovativer Regionen), der Theorie großtechnischer Systeme, der Risiko- und Gestaltungsforschung, der internationalen politischen Ökonomie und

des Technikrechtes (Regulations- und Governance-Debatte), lassen erkennen, daß die Innovationsproblematik bei einer solchen Blickverengung weder wissenschaftlich verstanden noch erfolgversprechend politisch bearbeitet werden kann. Eine Innovationspolitik, die im Gefolge solcher Verkürzungen einseitig auf die Entwicklung technischer Spitzenprodukte setzt und auf deren naturwüchsige Durchsetzung auf dem Markt vertraut, kann ihrerseits zum Innovationshemmnis werden, weil sie die wirtschafts- und sozialwissenschaftlich recht gut analysierten Gefahren technologischer, ökonomischer, organisationaler, interorganisationaler und institutioneller Pfadabhängigkeiten und Verriegelungen („lock ins“) unterschätzt.

Ernst zu machen ist angesichts der Vielzahl der damit tangierten Fachdisziplinen *zweitens* mit einer integrierten transdisziplinären Analyseperspektive, die mit einem umfassenderen Innovationsverständnis dazu beiträgt, Innovationsblockaden zu überwinden. Dafür gibt es gute Chancen nur, wenn auf konzeptionell-theoretischer Ebene Vorkehrungen für Anschlüsse der verschiedenen Disziplinen getroffen sind. Diese Chancen haben sich verbessert, wie man an bestimmten Konvergenzen innerhalb fachdisziplinärer Diskurse sehen kann, die bis vor kurzem noch wenig Notiz voneinander genommen haben, die aber nun die Aufmerksamkeit auf die Temporalität, Prozessualität (Trajektorien) und Rekursivität sowie auf die institutionelle Bedingtheit und Einbettung jeglicher Innovation lenken.

Drittens verweisen Erfahrungen, die mit gescheiterten Innovationen, risikoträchtigen Projekten und mit staatlicher Technologiepolitik gemacht wurden, mit großer Deutlichkeit darauf, daß der traditionelle Weg der Erzeugung, Implementation und Vermarktung neuer Technologien mit hohen einzelwirtschaftlichen und gesellschaftlichen Kosten verbunden ist. Sie erweisen sich zunehmend als ungeeignet zur Lösung der Zukunftsprobleme einer Industriegesellschaft im Übergang. Auch jenseits ideologieladener Standortdebatten sind die Hinweise auf Innovationsschwächen der deutschen Industrie in den letzten Jahren nicht mehr zu übersehen.

Innovationskrise

Zwar sind Verweise auf beträchtliche „Lücken“ in den Hochtechnologiefeldern und Klagen über technologische Rückständigkeit gegenüber anderen Ländern und das Versagen staatlicher Forschungs- und Technologie-

politik nicht neu, aber vieles deutet darauf hin, daß wir es gegenwärtig mit tiefergehenden Umbrüchen in der Dynamik technischer Innovationen in Industrie und Wissenschaft zu tun haben. Gegenwärtig muß noch offen bleiben, inwieweit die diagnostizierte „Innovationskrise“ zur Herausbildung eines neuen „Innovationsregimes“ führt und wie dies aussehen könnte (Rammert 1997).

Ursachen der Innovationskrise aufzudecken und die Konturen eines möglichen neuen Innovationsregimes sichtbar zu machen, heißt angesichts dessen, den Blick auf die sozialen und institutionellen Bestimmungsgrößen jener Prozesse zu richten, in die technische Innovationen „eingebettet“ sind.

Wenn gegenwärtig sozialwissenschaftliche Technikforschung und auch die neuere Innovationsökonomie den sozialen und institutionellen Komponenten des Innovationsgeschehens den Status von Schlüsselfaktoren zuweisen, so ist dies weniger auf die Unhescheidenheit dieser wissenschaftlichen Disziplinen zurückzuführen, die ihre Blickrichtung zur alleingültigen machen wollen. Es hat vielmehr mit gesellschaftlichen Entwicklungsprozessen zu tun, in denen die traditionellen Modi der Innovation an Grenzen stoßen und ein neues Muster von Innovationsverläufen im Entstehen ist.

In der neueren sozialwissenschaftlichen Innovationsdebatte wird die Innovationskrise als Ausdruck der Grenzen zentraler und erfolgreicher Mechanismen der Vergesellschaftung oder der gesellschaftlichen Koordination diskutiert: als Grenzen der Märkte und hierarchischer Organisationen. Innovation durch den Markt, wie von einer neoliberalen Politik der Deregulierung immer wieder propagiert, vertraut auf die naturwüchsige Durchsetzung auf dem Markt. Sie wird ihrerseits zum Innovationshemmnis, weil sie die organisationalen und institutionellen Pfadabhängigkeiten und „lock ins“ ebenso unterschätzt wie die Chancen einer innovationsförderlichen sozialen Organisation und institutionellen Einbettung von Innovationen.

Innovation durch Organisation, die auf die großbetriebliche industrielle Erzeugung von Innovationen, auf graduelle Verbesserungen und staatlich geregelte Großforschung – also auf Innovationsroutinen – setzt, gerät ihrerseits in Gefahr, wissenschaftliche Kreativität durch vorzeitige Funktionalisierung zu bremsen.

Eine theoretisch-analytische Perspektive, die die gegenwärtige Innovationskrise auf die Grenzen zentraler gesellschaftlicher Koordinationsmechanismen zurückführt, steht vor dem Problem, keine ausformulierten alternativen Lösungswege aufzeigen zu können. Offenheit und Unsicherheit über zukünftige Entwicklungslinien gilt es zunächst zu akzeptieren. Vorschnelle Lösungsperspektiven, die mit der „Innovation im Netz“ als Form einer „reflexiven Innovation“ bereits den Ausweg aus der gegenwärtigen Krise vermeintlich gefunden haben, sind eher skeptisch zu beurteilen (vgl. ebd.).

Dennoch liegt im Rekurs auf die institutionellen Bedingungen der Innovationsfähigkeit und in der Fokussierung auf netzwerkartige Organisationsformen als prinzipiell gleichberechtigte Governancestrukturen zwischen Markt und Hierarchie ein gemeinsamer Nenner, der sich in den Diskussionen im Verbund herausgebildet hat, auch wenn hier unterschiedliche Disziplinen und wissenschaftliche Traditionen aufeinandertreffen, die durchaus divergente konzeptuelle Vorstellungen haben. Er ist auch Ansatzpunkt für eine Integration unterschiedlicher disziplinärer Beiträge zur Innovationsproblematik, wie sie in diesem Band vorgestellt werden, da sich darin konzeptionelle und thematische Überschneidungen zwischen Innovationsökonomie, Organisations- und Managementtheorie, technik- und industriesoziologischen, aber auch politik- und rechtswissenschaftlichen Ansätzen ergeben.

Innovationsparadoxien

Zur konzeptionellen Strukturierung unseres Forschungsprogramms haben wir den Begriff der Innovationsparadoxie gewählt, weil wir der Meinung sind, daß viele der praktischen und theoretischen Schwierigkeiten in den einschlägigen politischen und wissenschaftlichen Innovationsdebatten in der paradoxalen Struktur der Innovationsproblematik selbst ihre tiefere Ursache haben. Einfach und sehr allgemein ausgedrückt, besteht *die Paradoxie zunächst darin, daß Innovationen auf Bedingungen angewiesen sind, die zum Zeitpunkt der Innovation eben deshalb nicht erfüllt sein können, weil es sich um die Hervorbringung von Neuem handelt – Bedingungen, die vielmehr im Zuge der Innovation selbst erst entdeckt, hergestellt und erprobt werden müssen* (vgl. dazu den Beitrag von Ortman in diesem Band, S. 249 ff.). Diese können aus einzelwirtschaftlicher, aber auch aus

gesamtwirtschaftlicher Sicht a priori nicht mit wünschenswerter Sicherheit abgesehen, geschweige denn garantiert werden. Die paradoxe Struktur von Innovation ist nichts grundsätzlich Neues, sie findet sich bereits in den ökonomischen Theorien von Schumpeter oder Marx, und zwar dort, wo sie auf die Beziehung zwischen schöpferischen und zerstörerischen Kräften jeweils als Voraussetzung und Folge technischer Innovationen, auf das dialektische Verhältnis von Produktivkraftsteigerung und Kapitalentwertung verweisen. Allerdings beziehen sich bei ihnen die Paradoxien der Innovation auf eine historische Entwicklungsphase, in der es noch um Entfaltung und Durchsetzung von traditionellen Modi der Vergesellschaftung, also um marktförmige und bürokratische Formen gesellschaftlicher Koordination ging. Die Formulierung moderner Innovationsparadoxien muß die Grenzen dieser Vergesellschaftungsmodi reflektieren und deswegen den sozialen und institutionellen Faktoren ein anderes, stärkeres Gewicht geben. Dies hängt im einzelnen natürlich von den gesellschaftlichen Problemfeldern ab, die dabei jeweils betrachtet werden.

Bei der Auswertung vorliegender Forschungsergebnisse drängt sich der Eindruck auf, daß die Karrieren technischer Innovationen – ob sie überhaupt zustandekommen und wie sie sich im Markt und in der Gesellschaft erfolgreich durchsetzen können – von der gesellschaftlichen und politischen Bewältigung basaler Probleme abhängen, die sich in unserer Perspektive als Innovationsparadoxien beschreiben lassen. Wir haben beispielhaft vier derartige Innovationsparadoxien ausgewählt, die als Problemfelder des Innovationsprozesses und als thematische Schwerpunkte die in diesem Band zusammengestellten Beiträge strukturieren. Zu jeder Paradoxie findet sich jeweils ein einführender Beitrag, der von Mitgliedern des Verbundes Sozialwissenschaftliche Technikforschung erstellt wurde. Diesem folgen jeweils ein oder zwei Diskussionsbeiträge, die darauf Bezug nehmen.

Paradoxie globaler/regionaler Innovationsbedingungen

Bislang stellt die soziale und räumliche Einbettung von Innovationsprozessen eine wichtige Voraussetzung für deren erfolgreiche Organisation dar. Die Vorteile der sozialen und räumlichen Nähe verschiedener Akteure im Innovationsprozeß haben in der Vergangenheit eine wichtige Rolle bei der Entstehung und dem ökonomischen Erfolg industrieller Cluster gespielt. Die Qualität solcher Innovationsnetzwerke („Innovati-

onsmilieus“) liegt nicht in rein marktförmigen Austauschbeziehungen, sondern in dauerhafter überbetrieblicher Kommunikation und Kooperation, d.h. in nichtformalisierten, vertrauensbasierten und langfristig eingespielten Beziehungen zwischen den Akteuren.

Gegenwärtig ist im industriellen Bereich jedoch beobachtbar, daß bestehende Innovationsnetzwerke erodieren und FuE-Aktivitäten aus ihren kognitiv, sozial und räumlich gebundenen Kontexten herausgelöst werden; es kommt zu einem „social dis-embedding“ von Innovationen.

Unterstellt man, daß die Unternehmen für den Wandel ihrer FuE-Strategien gute Gründe haben (etwa die Nutzung neuer Standortoptionen und den Zugang zu neuen Technologiefeldern), daß sie also nicht schlicht kurzsichtig handeln, führt dies zu einer paradoxen Situation: Auf der einen Seite können Innovationsnetzwerke nur in einem gesellschaftlich stark strukturierten Umfeld entstehen und überleben, und dieses Umfeld ist nach wie vor durch kognitiv, sozial und räumlich definierte und eingegrenzte Bezüge gekennzeichnet. Auf der anderen Seite steigt die Notwendigkeit zur Überschreitung dieser bisherigen Grenzen mit der Folge des angesprochenen „dis-embedding“ von Innovationszusammenhängen. Anders formuliert: Gerade Strategien, die sich durch Internationalisierung und die Erschließung neuer Technologiefelder ganz offensichtlich auf die Lösung der derzeitigen industriellen Innovationsprobleme richten, laufen Gefahr, zur Auflösung kooperativer und dauerhafter Innovationsbeziehungen und damit zur Erosion ihrer Funktionsvoraussetzung beizutragen.

Der Beitrag von *Hartmut Hirsch-Kreinsen* und *Volker Wittke* führt in das Thema ein, in dem der Widerspruch herausgearbeitet wird zwischen notwendiger Einbettung unternehmensinterner Innovationsprozesse in die regionalen Innovationsnetzwerke und dem gegenwärtig stattfindenden „dis-embedding“ durch transnationale Unternehmensstrategien. Wenn avancierte, international ausgerichtete Innovationsstrategien von Unternehmen Gefahr laufen, gewachsene kooperative Innovationsbeziehungen und damit ihre eigenen Funktionsbedingungen aufzulösen, stellt sich die Frage nach den Bedingungen für erfolgreiches Innovationshandeln von Industrieunternehmen neu. *Pierre Veltz* verstärkt das Argument der territorialen Verankerung und deren Auflösung speziell für inkrementelle Prozeßinnovationen und für bestimmte Bereiche der Science-based-Industry. Er legt dabei einen besonders starken Akzent auf die Metropolen als Kristallisationspunkt vorhandener innovationsrelevanter Ressourcen. Mit einem Blick ins Detail ergänzt *Rob van Tulder* die These nationaler und regiona-

ler Einbettung durch die Erkenntnis, daß neben der Industrialisierungstendenz einiger weniger multinationaler Unternehmen nationalspezifische Muster zwischenbetrieblicher Arbeitsteilung und damit die Einbettung in ganz spezifische Innovationsnetzwerke immer noch überwiegen. Seine Analyse der Innovationsbeziehungen von Chemischer Industrie und Automobilindustrie führt im internationalen Vergleich zu dem Ergebnis, daß sich das institutionelle Setting der deutschen Automobilindustrie als internationaler Wettbewerbsvorteil erweist.

Paradoxie der Kontextualisierung

In jüngster Zeit rücken – auf Basis eines vertieften Verständnisses der sozialen Prägung von Technik, das in retrospektiven Studien gewonnen wurde – die Prozesse der Implementation und der gesellschaftsweiten Durchsetzung technischer Innovationen in den Vordergrund. Es wird immer deutlicher, daß die Verwendungskontexte eine wichtige Funktion für die Entwicklung von Technik haben, ja, daß die aktive Konstruktion von Anwendungsfeldern und Märkten selbst ein wesentlicher Faktor für den Erfolg von Innovation ist. Auf der anderen Seite erfordern wissensbasierte Innovationen eine dekontextualisierte – von Anwendungskontexten freigestellte – Forschung und Entwicklung. Diese können aber nur dann Erfolg haben, wenn eine Rekontextualisierung – eine Einbettung in soziale Verwendungskontexte – gelingt. Hierzu müssen soziale Praktiken, Nutzungsweisen, Konsumgewohnheiten, womöglich auch neue Märkte erfunden und institutionalisiert werden. Dieses Problem der Rekontextualisierung kann jedoch durch die Innovation selbst nicht vollständig antizipiert oder gar determiniert werden und dies um so weniger, als es sich um ein „Spiel mit Gegenspielern“ handelt, von dessen Zügen und Gegenzügen die Resultate maßgeblich abhängen.

Der einführende Beitrag von *Kurt Monse* und *Johannes Weyer* verweist auf das Problem unternehmensinterner, kontextunabhängiger Innovationslogiken und der damit zu spät erfolgenden Einbindung in marktrelevante Verwendungskontexte. Er zeigt am Beispiel elektronischer Informationssysteme auf, wie mit Hilfe des Konzeptes eines „nutzerorientierten Innovationsmanagements“ gangbare Lösungswege aus diesem Dilemma möglich werden könnten. *Frieder Meyer-Krahmer* konkretisiert in seinem Beitrag die Rolle der Nutzer als Impulsgeber aus innovationsökonomischer Sicht („lead user“ und „lead markets“) und zeigt anhand von

Fallbeispielen, wie Innovationen spezifischen Entwicklungskontexten verhaftet sind und daher auch nur begrenzte Anwendungsräume erschließen. Eine zusätzliche Dimension von Kontextabhängigkeit wird im Beitrag von *Arie Rip* und *Johan W. Schot* durch die „socio technical landscape“ eingebracht. Technische Entwicklungen finden auf dem Hintergrund früherer technischer Regime und im Spannungsfeld verschiedener „loci“ statt, gleichzeitig transformieren sie aber auch die soziotechnische Landkarte.

Paradoxie der Zukunftsfähigkeit

Die sozialen und ökologischen Folgen neuer Technologien können nicht vollständig vorweg eingeschätzt werden; erst ihr Gebrauch und ihre Entwicklungsdynamik können hinreichend Auskunft über die Nutzungs- und Schadenspotentiale geben. Die Informationen, die für eine zukunftsfähige Gestaltung neuer Technologien notwendig wären, sind also nur unvollständig zu antizipieren. Gegenwärtig dominierende Lösungen für dieses Problem sind wenig befriedigend: Unternehmen verfolgen Strategien kurzfristiger Rentabilitätssicherung, staatliche Instanzen versuchen, durch regulative Politik die Interessen der Gesellschaft zu wahren oder dies zumindest glaubhaft zu machen. Unstreitig ist, daß dieses Problem nicht prinzipiell lösbar ist – es sei denn, man verzichtete auf Innovationen. Daher gilt es pragmatisch, d.h. bezogen auf je spezifische Problemlagen, Lösungsansätze zu entwickeln. In der Praxis findet sich gegenwärtig eine Reihe von Beispielen, anhand derer sich innovative Lösungswege der Bewältigung des Paradoxes der Zukunftsfähigkeit diskutieren lassen. Kürzung der Rückkopplungsschleifen zwischen Planung, Ausführung und Reflexion bzw. der Kommunikationsschleifen zwischen Entscheidern einerseits und Nutzern/Betroffenen andererseits sind solche Beispiele, die die Aufmerksamkeit empirischer Forschung verdienen.

Im einführenden Beitrag des Teils C betont *Georg Simonis* die strukturelle Ambivalenz von Innovationen. Einerseits lösen technische Innovationen bekannte Probleme und befriedigen bestehende Bedürfnisse, andererseits bringen sie zuvor unbekannte Probleme hervor und erzeugen mit unbekannter Wahrscheinlichkeit erneut Unsicherheit. Dennoch ist das Paradoxon der Zukunftsfähigkeit technischer Innovationen durch die Etablierung von reflexiven Institutionen und sozialen Verständigungsmechanismen einer konstruktiven Bearbeitung zugänglich. *Harald Rohrer* geht

in seinem Beitrag vor allem auf die Fragen der Steuerungs- und Gestaltungsmöglichkeit technischer Innovationen ein. Er betont, daß eine gezielte Gestaltung technischer Innovationen sozialer Innovationen bedarf, d.h. einer bewußten Gestaltung des sozialen Umfelds von Technikanwendung und einer möglichst deutlichen Artikulation gesellschaftlicher Anforderungen an Innovationen.

Paradoxie der rechtlichen Steuerungsfähigkeit

Für die genannten Innovationsparadoxien versucht das Recht, Formen des produktiven Umgangs mit ihnen bereitzustellen und gerät dabei selbst in eine Innovationsparadoxie. Für lange Zeit konnten technische Innovationen rechtlich vor allem dadurch befördert werden, daß das Recht Freiräume schuf (Forschungsfreiheit), Garantien staatlicher Nichtintervention gab (Berufs- und Eigentumsfreiheit) und Innovationsrisiken verallgemeinerte (z.B. Herausnahme des Entwicklungsrisikos aus der Produkthaftung). Rechtliche Regelungen beschränkten sich weitgehend auf die nachträgliche Regulierung und Begrenzung von Technikfolgen. Zunehmend werden jedoch rechtliche Regelungen zu Voraussetzungen technischer Innovationen. Will das Recht Innovationen fördern, muß es in vielen Fällen das Neue regeln, bevor es Wirklichkeit geworden ist. Um Regelungen treffen zu können, die Innovationen ermöglichen sollen, sind Kenntnisse über die Innovation sowie Erfahrungen mit ihren Auswirkungen und Bewertungskriterien notwendig. Diese sind verlässlich aber erst zu erhalten, wenn die Innovation Wirklichkeit und Gegenstand sozialer Bewertungsprozesse geworden ist. Diese Paradoxie wird besonders deutlich im Umgang mit technischen Risiken – man denke etwa an die Problematik der Schlüsselssysteme zur Identifizierung digitaler Signaturen.

Alexander Roßnagel zeigt einführend die Veränderungen auf, die sich mit dem Deutlichwerden der drei genannten Paradoxien technischer Innovation für die staatliche Innovationspolitik und derem wichtigstes Instrument, das Technikrecht, ergeben. Im Gegensatz zu früher werden rechtliche Regelungen selbst zu Voraussetzungen technischer Innovation. Recht muß Formen des produktiven Umgangs mit Innovationsparadoxien finden, ohne selbst auf gesellschaftliche Erfahrung und Bewertung zurückgreifen zu können. Am Beispiel der Regulierung von Informations- und Kommunikationstechnik wird gezeigt, wie mit der Umrüstung des Technikrechts auf neue Aufgaben diese selbst in Innovationsparadoxien gerät.

Die Paradoxie liegt jedoch bereits, wie *Rainer Wolf* in seinem Beitrag betont, in der Verbindung von dynamischer Innovation und statischem Recht begründet. Statik signalisiert dabei die Garantiefunktion des Rechts, die wiederum mit dem Anspruch auf Förderung von Innovationen mittels rechtlicher Regelung konfligiert. Am Beispiel des Umweltschutzes zeigt er, daß über prozedurale Lösungen zwar Wege einer Entscheidungsfindung erreicht werden können, diese aber letztlich nicht rechtlich determinieren können. *Wolfgang Hoffmann-Riem* macht in seinem Beitrag nochmals deutlich, daß Innovationsprozesse in ihrer Komplexität nicht aus der Perspektive jeweils einer einzigen Wissenschaft angemessen analysiert werden können. Die Rolle der Rechtswissenschaft ist es, ein innovations-taugliches Recht zu schaffen, das auf die Rekursivität von Innovationsprozessen abzustimmen ist, um gleichzeitig den notwendigen Schutz zu bieten und flexibel auf Zukunftsentwicklungen reagieren zu können.

Zum Umgang mit Innovationsparadoxien

Die Beiträge zeigen, daß es einen Königsweg zur Lösung der mit dem Innovationsgeschehen verbundenen Paradoxien nicht gibt. *Günther Ortman* geht abschließend noch einmal auf grundlegende Fragen und Konsequenzen ein, die sich aus der paradoxalen Struktur der Innovation ergeben. Dabei wird deutlich, daß es vor allem auf einen intelligenten Umgang mit Innovationsparadoxien ankommt, der u.a. darauf hinausläuft,

- Forschung und Entwicklung, aber auch Technologie- und Innovationspolitik von Anbeginn als sozial höchst voraussetzungsvolle rekursive Prozesse zu konzipieren,
- die Markteinführung (Kontextualisierung) von neuen Produkten und Verfahren weniger unter dem Gesichtspunkt der Akzeptanz, sondern als Prozesse sozialer Aneignung durch die Nutzer zu begreifen,
- ernstlich mit Unsicherheit, Unvorhersehbarkeit und Unplanbarkeit zu rechnen, d.h.: Reversibilität, Umkehrbarkeit, Fehler- und Korrekturfreundlichkeit vorzusehen und im übrigen Vorkehrungen für Flexibilität angesichts unintendierter Wirkungen zu treffen,
- sowie, ganz im Gegensatz zur Deregulierungsdiskussion, die institutionellen Voraussetzungen von Innovationsfähigkeit weiterhin als Objekt staatlicher Politik zu begreifen und weiterzuentwickeln.

Um Umgangsweisen mit den skizzierten Problemkonstellationen aufzuzeigen, ist eine Innovationsdebatte nötig, die sich von der engen einzelwirtschaftlichen Ausrichtung löst und das Verhältnis von Wettbewerbsfähigkeit, Innovationsfähigkeit und Zukunftsfähigkeit auf eine ihrerseits neue Weise angeht. Diese wissenschaftliche Debatte kann entsprechend der hier formulierten Fragestellungen nur interdisziplinär geführt werden.

Angesichts der thematischen und konzeptionellen Überschneidungen zwischen Innovationsökonomie, Organisations- und Managementtheorie, technik- und industriesoziologischen, aber auch politik- und rechtswissenschaftlichen Ansätzen liegt eine Integration der unterschiedlichen disziplinären Beiträge zur Innovationsproblematik nahe. Übereinstimmungen bestehen in dem Rekurs auf die institutionellen Bedingungen der Innovationsfähigkeit, in der Fokussierung auf netzwerkartige Organisationsformen und auch in der skeptischen, realistischen, jedoch nicht defätistischen Haltung in der Frage der Steuerungsfähigkeit. Konzepte, die auf eine indirekte Kontext- oder auch Paradigmensteuerung abzielen, bringen den Respekt vor Pfadabhängigkeiten und evolutionären Trajektorien zum Ausdruck, ohne in puncto Gestaltbarkeit und Reformierbarkeit zu resignieren. Besonders die „Verriegelung“ alter, ineffizienter Technologien, aber auch von Organisationsstrukturen und ganzen Branchen wird im Lichte solcher Ansätze besser verständlich – und im Rahmen einer aufgeklärten Technologiepolitik berücksichtigungsfähig. Die Betonung der Rekursivität von Innovationsprozessen lenkt das Augenmerk auf in gewisser Weise selbsttragende, selbstregulierte Prozesse, die innerhalb rekursiver Schrittfolgen reflektiert und gesteuert werden können. Selbstorganisation wird dabei jedoch nicht als Laissez-faire-Postulat fehlinterpretiert. Innovationsnetzwerke, also eher langfristig, kooperativ und „komplexitätsmächtig“ ausgelegte Beziehungen zwischen Technikherstellern, Nutzern, Zulieferern und institutionellen „Kontextbildnern“, spielen in diesen Konzepten eine zentrale Rolle.

Mit Blick auf die skizzierten Paradoxien der Innovation gilt es, Grundlagen für ein gesellschaftliches Innovationsmanagement zu entwickeln, das dem Erkenntnisstand der Sozialwissenschaften am Ende des 20. Jahrhunderts entspricht.

Literatur

- Lang, Ch.; Sauer, D. (Hrsg.): Paradoxien der Innovation, Mitteilungen Heft 19/ 1997, Verbund Sozialwissenschaftliche Technikforschung, München, November 1997.
- Rammert, W.: Innovationen im Netz – Neue Zeiten für technische Innovationen: global verteilt und heterogen vernetzt. In: Soziale Welt, Heft 4, 48. Jg., 1997, S. 397-416.

Teil A

Paradoxie globaler/regionaler Innovationsbedingungen

Soziale Konstitution und Internationalisierung von Innovationsprozessen

1. Räumliche Bindung sozialer Innovationsvoraussetzungen – Zur Debatte über innovative Regionen

Die soziale und räumliche Einbettung industrieller Innovationsprozesse gilt vielfach als wichtige Voraussetzung für ihre friktionslose und erfolgreiche Organisation. Fraglos haben die Vorteile der disziplinär-kognitiven, sozialen und räumlichen Nähe verschiedener Akteure im Innovationsprozeß in der Vergangenheit eine wichtige Rolle für den ökonomischen Erfolg vieler Unternehmen gespielt. Die besondere Leistungsfähigkeit industrieller Agglomerationen ist dabei bekanntlich weder das Ergebnis marktförmiger Austauschbeziehungen zwischen den beteiligten Akteuren, noch resultiert sie primär aus den ökonomischen Vorteilen räumlicher Nähe, die sich beispielsweise in niedrigen Transaktionskosten niederschlagen. Industrieregionen werden vor allem dann als leistungs- und innovationsfähig angesehen, wenn und soweit sie die sozialen Voraussetzungen für stabile überbetriebliche Kommunikation und Kooperationsprozesse gewährleisten und auf diese Weise wesentlich zur Konstitution von Innovationsnetzwerken zwischen den verschiedensten industriellen und nichtindustriellen Akteuren aus einer Region beitragen. Als wichtige soziale Voraussetzungen gelten hierbei eingespielte Routinen, Bräuche und allgemein akzeptierte Selbstverständlichkeiten, persönliche Kontakte und gemeinsame Erfahrungen, die mit dem Terminus „Vertrauen“ umschrieben werden können, sowie kooperations- und vertrauensfördernde Institutionen (vgl. Piore, Sabel 1985; Saxenian 1994). Instruktiv thematisiert diese Zusammenhänge das Konzept der „Innovationsmilieus“ (z.B. Camagni 1991).

Die in dieser Weise regional gebundenen Milieus fördern innovatives Verhalten dadurch, daß sie kollektive Lernprozesse ermöglichen und Unsicherheiten reduzieren. Denn die Einbindung ökonomischer Aktivitäten in

regionale Milieus erlaubt den Rückgriff auf externe Ressourcen, die Teilung von Innovationsrisiken sowie eine bessere Einschätzung ihrer Konsequenzen.. Diese Wechselwirkungen – auch als „untraded interdependencies“ zu fassen (Storper 1997, S. 18 ff.) – sind verschiedentlich Gegenstand von Regionalstudien geworden, in denen die Bedeutung räumlich-sozialer Nähe als Voraussetzung der Innovationsfähigkeit von Unternehmen in Regionen wie Baden-Württemberg oder Jütland – und damit gerade auch am Beispiel konventioneller Industrien (in diesem Fall der Metallindustrie und der Möbelindustrie) – belegt werden konnte (z.B. Herrigel 1996; Maskell 1996).

In jüngster Zeit gehen Reorganisationsstrategien von Industrieunternehmen allerdings in eine Richtung, die in starkem Kontrast zu diesen Vorzügen regionaler Einbettung steht. Gegenwärtig läßt sich beobachten, daß bestehende industrielle Innovationsnetzwerke erodieren und FuE-Aktivitäten aus ihren kognitiv, sozial und räumlich gebundenen Kontexten herausgelöst werden; es kommt zu einem „social dis-embedding“ von Innovationen. Der Grund hierfür liegt in der zunehmenden internationalen Ausrichtung von Unternehmen, die mehr und mehr dazu übergehen, die Standorte ihrer Aktivitäten nach einer globalen Logik zu reorganisieren. Dies betrifft nicht allein die Ver- und Auslagerung von Produktionsfunktionen, sondern auch von FuE-Funktionen, die seit längerem eine hohe Wachstumsdynamik im Ausland aufweisen. Treibende Akteure sind hierbei vor allem große, zunehmend aber auch mittlere und kleinere Unternehmen aus den industriellen Kernsektoren (vgl. BMBF 1996).

Dieser Kontrast läßt sich schwerlich darauf zurückführen, daß die Unternehmen kurzsichtig handeln. Vielmehr haben sie gute Gründe für ihre Internationalisierungsstrategien – wie etwa die Nutzung neuer Standortoptionen oder den Zugang zu neuen Innovationsnetzwerken. Es könnte damit eine paradoxe Konstellation (vgl. den einleitenden Beitrag von Sauer in diesem Band, S. 9 ff.) entstehen: Auf der einen Seite sind Innovationsnetzwerke in hohem Maße an ein gesellschaftlich stark strukturiertes Umfeld gebunden, und diese Umfelder sind vielfach identisch mit regional begrenzten Räumen. Auf der anderen Seite steigt die Notwendigkeit zur globalen Ausrichtung und damit zu einer zumindest räumlichen Entgrenzung von Innovationsaktivitäten, was vielfach mit der „Entbettung“ aus den gewachsenen und eingespielten Milieus einhergeht.

Damit verändert sich die Problemstellung für sozialwissenschaftliche Innovationsforschung einschneidend. Mit Blick auf räumliche und soziale Voraussetzungen von Innovationsprozessen ging die Diskussion lange Zeit von einem Gleichlauf avancierter Unternehmensstrategien und erfolgreicher regionaler Entwicklung aus. Die Forschung konzentrierte sich auf die Frage, was Innovationsregionen (als Rahmenbedingung für avancierte Unternehmensstrategien) im einzelnen auszeichnet und sie damit von anderen Wirtschaftsräumen unterscheidet, sowie darauf, wie sich die Erkenntnisse über erfolgreiche Regionen in Handlungsstrategien für strukturschwache Regionen umsetzen lassen. Demgegenüber gewinnt jetzt die Frage an Bedeutung, ob und inwieweit gerade besonders avancierte, international ausgerichtete Innovationsstrategien von Unternehmen Gefahr laufen, gewachsene kooperative Innovationsbeziehungen aufzulösen und damit eine Erosion ihrer eigenen Funktionsbedingungen in Gang setzen. Damit muß nicht nur die Frage nach den Bedingungen für erfolgreiches Innovationshandeln von Industrieunternehmen neu gestellt werden. Betroffen ist auch das Verhältnis von betrieblicher Reorganisation und gesellschaftlicher Modernisierung. Insgesamt hat die sozialwissenschaftliche Innovationsforschung es hier mit einer neuen, zunehmend an Relevanz gewinnenden Problemstellung zu tun. Im folgenden wollen wir diese neue Problemstellung präzisieren und die sich daraus für die weitere Forschung ergebenden Fragen andeuten.

2. Regionale Einbettung von Innovationsprozessen: Rekapitulation des Ausgangspunktes unter veränderter Perspektive

Bevor wir im einzelnen auf die Erosionstendenzen eingehen, wollen wir zunächst einige Facetten sozialer und räumlicher Einbettung von Innovationsprozessen rekapitulieren, die von der Diskussion über „social“ und „regional embedding“ gelegentlich unterbelichtet werden. Gerade diese oft nur unzureichend thematisierten und berücksichtigten Seiten von Innovationsregionen sind es aber – so unser Argument –, die von den Strategien internationaler Unternehmen in besonderer Weise betroffen sind. Man könnte auch anders formulieren: Unter der von uns reklamierten veränderten Perspektive auf die räumliche Bindung sozialer Innovationsvoraussetzungen ändern sich auch die Kriterien dafür, welche Dimensionen und Mechanismen gesellschaftlicher Einbettung regionaler Agglomerationen analytisch relevant sind.

2.1 Multifunktionalität und Redundanz

Häufig werden industrielle Agglomerationen als regionale Form einer netzwerkförmigen Organisation von Wertschöpfungsketten angesehen. Kontrastiert werden in dieser Sichtweise vertikal integrierte Hersteller („Hierarchie“) auf der einen, aus unterschiedlichen Unternehmen bestehende Wertschöpfungsketten auf der anderen Seite, die aber im Fall regionaler Agglomerationen eben räumlich verdichtet sind („Netzwerk“). Die räumliche Verdichtung erleichtert – so das schon angesprochene Argument – die netzwerkförmige Organisation: Interaktionen und Transaktionen zwischen den Beteiligten sind sozial eingebettet, was Beziehungen längerfristig gestaltet, Vertrauen schafft, Reziprozitätsregeln zur Durchsetzung verhilft, Unsicherheiten reduziert, den Informationsfluß über Unternehmensgrenzen hinweg erleichtert etc. Bei diesem Argument wird allerdings häufig – zumindest implizit – übersehen, daß die spezifische Qualität von „Innovationsregionen“ darauf zurückgeht, daß die dort versammelten Abnehmer, Zulieferer, unterstützenden Institutionen und milieuhaft eingespielten Beziehungen nicht auf *eine* Wertschöpfungskette fokussiert sind.¹ Wie gerade der prominente Fall Baden-Württemberg zeigt, sind in vielen Industrieregionen vielmehr unterschiedliche Wertschöpfungsketten miteinander verschränkt, etwa wenn unterschiedliche Typen von Endproduzenten (z.B. Automobilhersteller, Elektroindustrie, Maschinenbau) dieselben Zulieferer und weitere unterstützende Institutionen nutzen. Dies widerspricht nicht dem Umstand, daß gleichwohl von einem gemeinsamen Milieu gesprochen werden kann, das sich durch gemeinsame Traditionen, homogene Deutungsmuster und technische Kulturen auszeichnet; so findet sich in Baden-Württemberg ein ausgeprägt homogenes metallindustriell geprägtes Milieu, das nicht zuletzt von gemeinsamen Qualifikations- und Arbeitsmarktstrukturen und spezifischen Technologietraditionen geprägt ist.

Gerade diese Mischstruktur macht die spezifische Flexibilität von Innovationsregionen aus: Sie ermöglicht Spillovers und den Rückgriff auf eine aus der Sicht eines einzelnen Unternehmens breite Basis regionaler Ressourcen wie Zulieferer, produktionsnahe Dienstleistungen und Arbeitskräfte mit spezifischen Qualifikationen bei der Etablierung neuartiger Wertschöpfungsketten. Die Einbettung in ein gemeinsames Milieu ermöglicht zudem einen beständigen Informationsfluß und gewachsene Kommu-

1 Vor allem die Literatur zu den Industrial Districts hat einen starken Bias in diese Richtung (z.B. Pyke, Sengenberger 1992).

nikationsbeziehungen über den Tellerrand der jeweils eigenen Wertschöpfungskette hinaus, wodurch Innovationen und neue Produktionsbeziehungen angestoßen werden können.

Die Region bietet damit weit mehr potentielle Ressourcen, als ein Unternehmen zu einem gegebenen Zeitpunkt für seinen akuten Bedarf nutzen kann. Und gerade dieser Überschuß ermöglicht dem einzelnen Unternehmen eine geringe „Innovationstiefe“ und senkt damit die Schwelle für Innovationen.² Aus der Sicht einer ganzen Region ist damit der Kern ihrer Anpassungs- und Innovationsfähigkeit benannt: Gemeint sind überschüssige und ungebundene Ressourcen und Potentiale – auch als „regionale Redundanz“ bezeichnet –, die für eine Vielzahl ex ante nicht bestimmbarer Zwecke nutzbar sind. In diesem Sinne sichert Redundanz jene institutionellen und kognitiven Voraussetzungen von Innovationsfähigkeit, die den Zugang zu alternativen Entwicklungspfaden offenhalten und ihr Beschreiten ermöglichen (Grabher 1994, S. 16).

2.2 Wechselspiel von Kooperation und Konkurrenz

Die Diskussion um den innovativen Charakter industrieller Agglomerationen stellt oftmals allein auf den kooperativen und vertrauensbasierten Charakter der Austauschbeziehungen zwischen den beteiligten Akteuren ab. Übersehen wird dabei, daß regionale Kooperation unmittelbar verwoben ist mit Konkurrenz, die gleichermaßen Innovationen anstößt und vorantreibt (vgl. z.B. Porter 1991, S. 141 ff.). Dabei kann es sich beispielsweise um Unternehmen aus der gleichen Branche handeln, die die gleichen regionalen Ressourcen nutzen und im gleichen Milieu angesiedelt sind; typisches Beispiel hierfür ist wiederum Baden-Württemberg und viele der hier angesiedelten Maschinenbaubetriebe, die sich seit Jahrzehnten in einem ausgeprägten Konkurrenzverhältnis befinden. Dabei kann es sich aber auch um Unternehmen handeln, die innerhalb eines Innovationsnetzwerkes partiell und projektgebunden kooperieren, ansonsten aber in Konkurrenz zueinander stehen; Fälle dieser Art finden sich in den norditalienischen Industrieregionen oder auch im Silicon Valley.

-
- 2 Gerade entlang dieser Flexibilität durch Spillovers und Rekombinierbarkeit von Ressourcen hat Saxenian (1994) die Unterschiede zwischen Silicon Valley und der – zwischenzeitlich in eine Sackgasse geratenen – Route 128 im Raum Boston festgemacht.

Die Innovationsanstöße resultieren in diesen Fällen aus dem innerhalb einer Region oftmals besonders greifbaren, weil unmittelbar personell vermittelten wechselseitigen Innovationsdrucks und dem unmittelbar sichtbar werdenden Erfolg des einen oder anderen der beteiligten Akteure. Darüber hinaus lassen sich Innovationsvorteile eben nicht durch den Aufbau besonderer Zulieferbeziehungen oder die exklusive Nutzung besonderer externer Ressourcen erreichen, über die der Konkurrent regional bedingt oftmals ja auch verfügt, sondern allein durch unternehmensspezifische Anstrengungen. Schließlich resultieren die Innovationsanstöße aber auch aus der gemeinsamen Einbettung der Konkurrenten in das gleiche Milieu, mit der eine genaue Kenntnis des jeweiligen anderen einhergeht und das eine Vielzahl wohl sehr dichter Informationen über die ökonomische Situation und Innovationsabsichten einzelner Unternehmen schnell zirkulieren läßt. Alle diese Umstände verstärken die Innovationen begünstigenden Faktoren eines Clusters, zusammengefaßt: „competitive pressure, peer pressure, constant comparison“ (Porter 1998a, S. 83).

2.3 Räumliche Integration unterschiedlicher Innovationsquellen

Die einschlägige Diskussion über „Innovationsregionen“ fokussiert häufig auf Funktionen wie Forschung, Produkt- und Prozeßentwicklung. Wie insbesondere neuere Studien über Regionen der Hochtechnologie zeigen (vgl. zusammenfassend Heidenreich 1997, S. 509 ff.), geht es um hochqualifizierte, meist akademisch ausgebildete Spezialisten in privaten und staatlichen Forschungslabors, Universitäten, Entwicklungs- und Konstruktionsabteilungen. Damit privilegiert die Diskussion – wieder zumindest implizit – wissenschaftliche Institutionen und die Tätigkeiten technischer Spezialisten als Quellen für Innovationen. Nun bestehen regionale Agglomerationen in der Regel nicht nur aus den genannten FuE-Funktionen, sondern sie sind darüber hinaus auch Produktionsstandorte, und sie weisen häufig eine relative Nähe zu wichtigen Absatzmärkten auf.

Zudem handelt es sich dabei nicht nur um die Entwicklung und Produktion von Prototypen, sondern oftmals sind auch Prozesse der Serienfertigung in regionale Bedingungen eingebettet, welche Kunden vor Ort mit standardisierten Produkten bedienen. Damit stellen Innovationsregionen eine räumliche Integration von FuE, Produktion und Anwendung, von Planung und Ausführung dar. Die Bedeutung dieser regional vermittelten Zusammenhänge für funktionierende und erfolgreiche Innovationspro-

zesse belegen nicht zuletzt Ergebnisse der sozialwissenschaftlichen Innovationsforschung (z.B. Asdonk u.a. 1991), wonach Innovationen nicht nach einem Kaskadenmodell ablaufen (erst Forschung, dann Entwicklung, dann Produktion und schließlich Anwendung), sondern sich in Rückkopplungsschleifen vollziehen, an denen nicht immer Forschung, häufig aber gleichermaßen Entwicklung, Produktion und Anwendungsbereiche beteiligt sind. Konstitutiv hierfür ist, daß dadurch unterschiedliche und divergierende Wissensarten – einerseits objektivierte, theoretisches Wissen, andererseits Praxis und Tacit Knowledge – in den Innovationsprozeß einbezogen und zur Abstimmung gebracht werden können.

Regionale Agglomerationen gewährleisten dabei nicht nur die räumliche Präsenz dieser unterschiedlichen Innovationsquellen. Der Wissenstransfer über die unterschiedlichen Stufen im Innovationsprozeß hinweg ist hier zugleich institutionell vermittelt. Zum einen erleichtert die räumlich-soziale Nähe auch über die Grenzen von einzelnen Branchen und verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen hinaus die „prozessuale“ Verknüpfung der verschiedenen Akteure im Alltag von Innovationsabläufen, die sich häufig als Dauerproblem von Kooperationsbeziehungen in betriebsübergreifenden Wertschöpfungsketten erweist (vgl. z.B. Endres, Wehner 1996). Zum anderen wird gerade auch der Wissenstransfer zwischen unterschiedlichen Innovationsquellen durch soziale Mobilitätsprozesse ermöglicht; zu nennen sind hier besonders berufliche Aufstiegsprozesse qualifizierter Beschäftigter aus der Produktion in Planungs- und Entwicklungsabteilungen oder auch der durch die Existenz gemeinsamer Fachkulturen fundierte Background von Beschäftigten aus Produktions- und Entwicklungsbereichen.

2.4 Bedeutung von Großunternehmen

Schließlich stehen bei der Diskussion über „Innovationsregionen“ häufig Vorstellungen Pate, die solche Regionen als Agglomerationen hauptsächlich von kleinen und mittelgroßen Unternehmen ansehen. Typisch hierfür ist der wiederholte und weit über die Grenzen der Fachöffentlichkeit hinausgehende Hinweis auf die besondere Innovationsfähigkeit der hauptsächlich Kleinbetriebe umfassenden Industrieregionen Norditaliens (z.B. The Economist 1999). Allerdings handelt es sich hierbei eher um einen Grenzfall regionaler Industriestrukturen. Agglomerationen stellen vielmehr häufig Mischungen aus kleinen, mittleren und Großunternehmen dar;

dies zeigt sich beispielsweise in Baden-Württemberg mit den Großunternehmen der Automobil- und Elektroindustrie, den kleineren und mittleren Unternehmen des Maschinenbaus und schließlich der Vielzahl von kleinen Zulieferbetrieben, die oft den Charakter von „Garagenbetrieben“ haben. Selbst im Silicon Valley existierten von Beginn an Großunternehmen der Rüstungsindustrie – wie Lockheed – neben „start ups“ in der Elektronik (vgl. Markusen u.a. 1991; Sturgeon 1999). Für die Großunternehmen ergibt sich damit die Chance, die oftmals zukunftsweisenden Innovationen der kleinen Unternehmen, die sie aufgrund ihrer strategischen Ausrichtung selbst nicht durchführen konnten und wollten, kostengünstig und schnell aufzugreifen und im großen Stil umzusetzen. Nicht zuletzt ist dies einer der entscheidenden Gründe dafür, daß die Standortentscheidungen der FuE-Bereiche vieler Großunternehmen sich daran orientieren, inwieweit es ihnen damit möglich ist, sich in die zentralen Know-how-Flüsse in den verschiedensten weltweit angesiedelten Kompetenzregionen einzuklinken (vgl. Gerybadze u.a. 1997, S. 190 ff.). Umgekehrt können dadurch die Kleinunternehmen die Grenzen ihrer Ressourcen im Hinblick auf die Weiterentwicklung ihrer Innovationen zur Marktfähigkeit und die Vermarktung der neuen Produkte überwinden.

Allerdings profitieren die Großunternehmen innerhalb dieser Agglomerationen auch von einer unternehmensinternen „co-location“ der unterschiedlichen, am Innovationsprozeß beteiligten Funktionsbereiche. Auch dort, wo „strong ties“, nämlich die hierarchische Koordination vertikal integrierter Prozesse, die Aktivitäten zusammenbinden, ist die Frage räumlicher Distanzen nicht einerlei. Dies zeigen beispielsweise die Standorte der schon seit langen Jahren international agierenden Großunternehmen, der klassischen „Multis“. Sowohl die Zentrale als auch die einzelnen Auslandsgesellschaften waren in hohem Maße auf das Land oder Region, in denen sie sich befanden, orientiert. Ihre Absatzaktivitäten waren in der Regel isoliert auf die jeweiligen Inlandsmärkte und die dort gewachsenen Nachfragestrukturen und Kundenbedürfnisse gerichtet. Ihre Produktions- und Innovationsprozesse basierten auf den verfügbaren regionalen und nationalen Ressourcen – beispielsweise den jeweils vorhandenen spezifischen Arbeitskräftequalifikationen und Engineeringkulturen. Häufig verfügten die einzelnen Einheiten der Multis über ihr jeweils eigenes, länderspezifisches Netz von Zulieferbetrieben und waren auch auf diese Weise eng mit der jeweiligen nationalen und regionalen Industriestruktur verwoben. Typische Beispiele für eine solche jeweils nationale bzw. regionale Unternehmensausrichtung sind die Tochtergesellschaften US-amerikanischer

Multis wie General Motors, Ford und General Electric, deren Auslandsaktivitäten sich in den 60er Jahren auf die damaligen Wachstumsmärkte in Westeuropa konzentrierten. Andere Beispiele finden sich in der damals nur geringen Zahl europäischer Multis wie etwa Philips, Unilever und BBC. Die lokale Integration der verschiedensten Entwicklungs-, Produktions- und Vertriebsfunktionen war bei diesen Unternehmen über lange Zeit hinweg ganz ohne Frage eine der Voraussetzungen dafür, daß sie in der Lage waren, für die jeweils länderspezifischen Märkte angepaßte Produkte zu entwickeln.

Unter den gewandelten, gegenwärtigen Bedingungen der Internationalisierung von Unternehmen kann vor allem die räumliche Verbindung von FuE-Bereichen mit Fertigungsstätten, die unternehmensintern Pilot- oder Leitfunktion haben („Stammwerke“, „mother fabs“), den unternehmensinternen Wissenstransfer befördern. Entscheidend ist hier nicht nur die Möglichkeit jederzeitiger direkter Face-to-face-Kontakte, die die erforderlichen Rückkopplungsprozesse tragen, sondern vor allem auch die unternehmensinterne Einbettung in gewachsene Wissensbestände, Entwicklungs- und Konstruktionsstile sowie Techniktraditionen, letztlich eben ein unternehmensspezifisches Milieu. Es handelt sich dabei um Zusammenhänge, die die Rede von der nach wie vor großen Bedeutung der Homebase international agierender Unternehmen konkretisieren (vgl. Ruigrok, van Tulder 1995).

Grosso modo ist bei industriellen Agglomerationen häufig eine Verschränkung von verschiedenen Einbettungskontexten anzutreffen. Einerseits findet sich die diskutierte Einbettung in unterstützende Milieubedingungen, andererseits ist eine Sozialintegration innerhalb und durch die Unternehmen anzutreffen. Zu vermuten ist, daß beide nicht unabhängig voneinander sind, sich vielmehr wechselseitig verstärken und bedingen; es finden sich sowohl „strong ties“ als auch „weak ties“, die beide einen räumlichen Bezug aufweisen.

2.5 Lock-in-Effekte

Mit dieser Rekapitulation der spezifischen Leistungen regionaler Einbettung von Innovationsprozessen soll keiner naiven Wertschätzung des Regionalen oder Lokalen das Wort geredet werden. Die Befunde über blockierte Entwicklungen über längere Zeit „innovativer Milieus“ sind Legion:

Gerade der Erfolg kann die Grundlage für Abschottung und Unbeweglichkeit, für „lock ins“ werden. Gewiß muß man auch konzedieren, daß gerade auch den hier besonders hervorgehobenen Merkmalen regionaler Agglomerationen immer auch der latente Makel der Beschränkungen und Bornierungen innewohnt: Wenn unterschiedliche Wertschöpfungsketten keinen Bezug zueinander aufweisen, etwa weil die wissenschaftlichen und beruflichen Kulturen gegeneinander abgeschottet sind, dann entstehen auch keine Spillovers, und die Möglichkeiten innovativer Rekombination von Ressourcen sind begrenzt; wenn Produktionsstätten bloßes Anhängsel von Forschungslabors und Entwicklungsabteilungen sind, dann fungieren sie nicht als Innovationsquelle; wenn schließlich Großunternehmen ihre regionale Umgebung dominieren, hat dies in der Vergangenheit die Innovationsfähigkeit ganzer Regionen in der Regel restringiert. Mechanismen, die zu Lock-ins führen, können dabei vielfältiger Natur sein. Wie am Beispiel der über lange Jahre hinweg blockierten Entwicklung der alten Montanregion Ruhrgebiet gezeigt wurde, können allzuenge funktionale und kognitive Bindungen innerhalb der Wertschöpfungskette zwischen großen Anwendern und eher kleinen Zulieferunternehmen eine wichtige blockierende Rolle spielen, die zudem noch durch die Einbettung in dichte politische Beziehungsnetze verstärkt wird. Resultat sind fehlende Korrekturmechanismen, die nicht nur die Innovationsfähigkeit einzelner Wertschöpfungsketten bedrohen, sondern auf die eine mangelnde Anpassungsfähigkeit einer ganzen Region zurückgeführt werden kann (vgl. Grabher 1993).

Darüber hinaus ist hervorzuheben, daß regionale Einbettungen auch in der Vergangenheit nie wirklich stabil gewesen sind. Märkte haben sich verändert, und die beteiligten Unternehmen haben gewechselt; neue Endhersteller und Zulieferer kamen hinzu, andere verlagerten ihre Aktivitäten. Selbst die unverändert präsenten Unternehmen haben den Bestand ihrer Aktivitäten verändert, indem sie neue Abteilungen und Funktionsbereiche aufbauten oder existierende Teilbereiche verlagerten. Gerade der Erfolg regionaler Agglomerationen wurde in einer Veränderung der in ihnen präsenten Funktionen gesehen. Insbesondere gelten das „upgrading“ der Produkte und die Konzentration auf besonders qualifikations-trächtige, innovationsorientierte Aufgaben und Funktionen und die Entwicklung neuer High-tech-Produkte für wachstumsträchtige Märkte als Ausweis der regionalen Innovationsfähigkeit. Entsprechend wird die Verlagerung vergleichsweise wenig komplexer Produktionsstätten – etwa lohnintensive Montagen und Unternehmen mit Low-tech-Produkten – aus

Innovationsregionen in dieser Perspektive gerade als Beleg für die Vitalität von Regionen angesehen (vgl. z.B. Audretsch 1994).³

3. Erosion gewachsener regionaler Bedingungen

Trotz dieser Einschränkungen läßt sich festhalten, daß Industrieunternehmen in ihrem Innovationshandeln in der Vergangenheit in vielfältiger Weise von der räumlichen Bindung externer (wie teilweise auch interner) Innovationsvoraussetzungen profitiert haben. Anders formuliert: Die für wichtige Ausschnitte des Innovationsprozesses prägende räumliche Begrenzung ihres Aktionshorizonts hat die Unternehmen in ihren Strategien nicht – oder zumindest nicht nur – limitiert, sondern hat ihnen die Verfügung über wichtige soziale Ressourcen ermöglicht. Dies galt nicht nur für Regionen mit einer in jeder Hinsicht exzeptionellen Ressourcenausstattung – wie etwa das Silicon Valley –, sondern auch für eine Reihe anderer Industrieregionen.

Nun ist unverkennbar, daß genau diese traditionellen Kontexte sozialer und räumlicher Einbettung von Innovationsaktivitäten durch international ausgerichtete Unternehmensstrategien in jüngster Zeit mehr oder minder weitreichend erodieren. Und dies nicht etwa deshalb, weil die Unternehmen hier borniert agierten. „social dis-embedding“ scheint vielmehr das Ergebnis avancierter Innovations- und Rationalisierungsstrategien zu sein. Empirisch können dabei sehr verschiedene Strategievarianten ausgemacht werden. Sie reichen von einer ausgesprochen „globalen Strategie“ vornehmlich großer Unternehmen über die Entstehung „global begrenzter Wertschöpfungsketten“, vor allem mittlere Unternehmen, die „internationale Neuausrichtung von Zulieferbeziehungen“ bis hin zu kostenorientierten Internationalisierungsstrategien auch von kleineren Unternehmen (vgl. Hirsch-Kreinsen 1999).

Die verschiedenen Strategievarianten lassen sich realiter nicht immer voneinander trennen. So geht häufig der Prozeß der Ausdifferenzierung von größeren Unternehmen Hand in Hand mit der Bildung von ausländischen

3 Freilich ist zu betonen, daß gerade auch Regionen mit Low-tech-Industrien wie etwa die Cluster der norditalienischen Textil- und Keramikindustrien und die dänische Möbelindustrie überaus innovativ und ökonomisch erfolgreich sein können.

Joint Ventures und der tiefgreifenden Reorganisation der Zulieferkette. Vor allem sind die Internationalisierungsstrategien eng mit anderen Reorganisationsmaßnahmen verknüpft. Relevant sind hier Ansätze zur Veränderung der strategischen Ausrichtung von Unternehmen und damit der Veränderung des Produkt- und Technologieportfolios, zur internen Dezentralisierung verbunden mit einer Strategie der Konzentration auf Kernkompetenzen sowie die nachhaltige Reduktion der Fertigungs- und Entwicklungstiefe. Forciert werden diese Prozesse allerdings von einer vermutlich nach wie vor kleinen Gruppe industriestrukturell bedeutsamer Schlüsselunternehmen, die sich in ihren strategischen Orientierungen dem Leitbild eines Global Player anzunähern suchen. Ihnen folgt eine größere Anzahl von Unternehmen, die sich bei ihren grenzüberschreitenden Aktivitäten auf eine geographische Schwerpunktsetzung konzentriert. Hinzu kommen schließlich Unternehmen, die – sei es als Zulieferer, sei es aus Gründen des Marktzuganges – Newcomer in der internationalen Arena sind. In dieser Gruppe gibt es ohne Frage auch Fälle einer erzwungenen Globalisierung (vgl. Dörre u.a. 1997).

Gemeinsam ist den skizzierten Strategievarianten eine fortschreitende globale Orientierung, eine Auflösung bisheriger regionaler Bindungen der Unternehmen und gewachsener industrieller Strukturen ist unverkennbar. Nicht überraschend ist, daß diese Entwicklung zunächst sehr deutlich im Bereich der arbeitsintensiven Herstellung einfacher, standardisierter Massengüter erkennbar ist. Sie sind aus Kostengründen vielfach nahezu unvermeidliches Objekt von Verlagerungsmaßnahmen in Länder mit niedrigerem Kostenniveau. Betraf dies schon in den 70er Jahren die Textil- und Bekleidungsindustrie (vgl. Fröbel u.a. 1977), so sind zunehmend auch die industriellen Kernbereiche mit komplexen Produktionsprozessen in diese Entwicklung einbezogen. Auf's Ganze gesehen ist daher von einer Erosion und Entmischung gewachsener regionaler Industriestrukturen auszugehen, für die folgende Veränderungstrends charakteristisch sind.

3.1 Verlagerung komplexer Produktionen

Bei den Produktionsstätten, welche von internationalen Unternehmen an ausländischen Standorten errichtet werden, handelt es sich nicht mehr ausschließlich um gering komplexe Low-cost-Fertigungen mit arbeitsintensiven Prozessen. Ob die Internationalisierung der Produktion nun dem Marktzugang oder der Nutzung von Kostenvorteilen an den ausländi-

schen Standorten dient: Die in diesem Zusammenhang errichteten Produktionen sind hinsichtlich der Komplexität und Flexibilität der Abläufe, dem Technisierungsgrad und den eingesetzten Qualifikationen den Fertigungsstätten in der Homebase der Unternehmen oftmals vergleichbar (vgl. Kurz, Wittke 1998). Damit wird bereits im ersten Schritt die traditionelle Bündelung komplexer Produktionen und die damit verbundene industrielle Mischstruktur in der Ursprungsregion ein Stück weit aufgelöst. Häufig lagern die Unternehmen im zweiten Schritt – ganz im Sinne von Dezentralisierungskonzepten – auch Innovationsfunktionen an den ausländischen Standorten an. Es handelt sich dabei um Maßnahmen, die auf die Optimierung bestehender Prozesse und die Anpassung von Produkten an die neuen regionalspezifischen Absatzmärkte zielen.

Ein typisches Beispiel hierfür ist der skizzierte Fall der früheren Multis mit ihren voneinander unabhängigen, funktional autonomen Produktionsniederlassungen. Sie werden einer Restrukturierung und Ausdifferenzierung bei gleichzeitiger global orientierter Abstimmung und Integration unterworfen. Strategische Ansatzpunkte hierfür sind beispielsweise die weltweite Vereinheitlichung der Produktinnovationen, eine globale Abstimmung und Steuerung von Produktionskapazitäten und Absatzstrategien sowie mit dem Schlagwort des Global Sourcing eine unternehmensweite Systematisierung von Beschaffungsaktivitäten. Die strukturellen Voraussetzungen hierfür liegen in der Entstehung homogener Weltmarktsegmente, leicht imitierbaren Produkten und in dem jederzeit weltweit möglichen Zugang zu den erforderlichen Technologien. Weitere Voraussetzungen sind die Reduktion von Transportkosten und der Abbau politischer Hemmnisse für eine internationale ökonomische Verflechtung. Die Folge ist die Auflösung der bislang ausgeprägt räumlichen Bindung der großen multinationalen Unternehmen. Damit verbunden sind die teilweise nachhaltige Restrukturierung alter Industriestandorte und teilweise ein deutlicher industrieller Beschäftigungsabbau.

Ein weiteres typisches Beispiel hierfür sind aber auch die von ihrer geographischen Reichweite her begrenzten Internationalisierungsstrategien mittlerer Unternehmen, die zur Erosion bestehender Industrieregionen, wie etwa von Baden-Württemberg, führen. Neueren Befunden zufolge (vgl. Grotz, Braun 1996) ist insbesondere im Gefolge der tiefen Maschinenbaukrise Anfang der 90er Jahre eine ausgeprägte internationale Ausdehnung vieler Unternehmen aus dieser Region unverkennbar. Dies betrifft die Verlagerung von Produktionsbereichen aus Kostengründen vor allem nach

Mittel- und Osteuropa, aus Gründen der Marktnähe in wichtige Absatzregionen wie Nord- oder Südamerika wie aber auch international ausgerichtete Aktivitäten der Beschaffung von Wissen und Know-how für Innovationsmaßnahmen. Eine Intensivierung dieser internationalen Ausrichtung steht dabei zu erwarten, da zunehmend auch kleinere Unternehmen diesen zunächst von größeren Unternehmen beschrittenen Weg einer verstärkten internationalen Orientierung verfolgen und damit den Erosionsprozeß dieser gewachsenen Region weiter vorantreiben. Einmal mehr kann damit ein Abbau der bisherigen multifunktionalen Regionalstrukturen und ihrer redundanten Ressourcen vermutet werden. Alte Regionen und die hier verbliebenen Unternehmen laufen damit Gefahr, traditionell für die Innovationsfähigkeit notwendige Ressourcen zu verlieren. In Rechnung zu stellen ist darüber hinaus, daß sich auch die eng aufeinander bezogenen regionalen Konkurrenzverhältnisse aufzulösen beginnen. Damit verliert ein weiterer Innovationen stimulierender Faktor an Bedeutung.

3.2 Globale Rezentralisierung von FuE-Funktionen

Vor allem große Unternehmen verlagern nicht nur mehr oder minder umfangreiche Teile ihrer Produktion, sie richten auch die räumliche Zuordnung ihrer FuE-Aktivitäten neu aus. Diese Aktivitäten sind freilich weniger global orientiert als darauf ausgerichtet, im internationalen Maßstab gezielt regionale Kompetenz- und Wissensbestände zu nutzen. In der Vergangenheit folgten die FuE-Aktivitäten deutscher Unternehmen im Ausland zumeist Produktionsverlagerungen, wobei es vor allem darum ging, durch Konstruktionsmaßnahmen vor Ort sicherzustellen, daß die Produkte an die Bedingungen lokaler oder regionaler Absatzmärkte ausreichend angepaßt werden.

Resümiert man neuere empirische Befunde (z.B. BMBF 1996; Gerybadze u.a. 1997; Dörre u.a. 1997) ist demgegenüber gegenwärtig eine Entkoppelung der FuE-Aktivitäten von der Produktion zu beobachten. Die Globalisierung von FuE wird ganz offensichtlich zum eigenständigen Aktionsparameter von vor allem Großunternehmen. Technologisch konzentrieren sich die Auslandsaktivitäten der Unternehmen vor allem auf neue Felder wie Mikroelektronik, Softwareentwicklung, Pharmazeutika und Gentechnik. Cum grano salis lassen sich drei generelle Zielsetzungen globaler Innovationsstrategien ausmachen: Zum einen geht es bei den FuE-Aktivitäten der Unternehmen im Ausland um die Nutzung fortgeschrittener Wis-

sensbestände und Ressourcen, die entweder im Inland überhaupt nicht vorhanden sind oder die inländischen Ressourcen sehr gut ergänzen. Typisches Beispiel hierfür ist die Nutzung der in den USA sehr hoch entwickelten informationstechnischen Kompetenz; einzelne Unternehmen verlagern aus diesem Grund bereits ganze Geschäftsbereiche in die USA. Zum zweiten ist damit die Verlagerung von FuE-Aktivitäten in Länder oder Regionen eng verbunden, in denen auch ein schneller Absatz innovativer Produkte erwartet wird. Typisches Beispiel hierfür sind wiederum die USA mit ihrem für neue informationstechnische Produkte sehr aufnahmebereiten Inlandsmarkt. In diesen Fällen folgt im Gegensatz zu früher die Produktion der Verlagerung von FuE-Funktionen. Zum dritten geht es den Unternehmen zumeist um die gezielte Nutzung von regional gebündelten und verfügbaren Wissensbeständen und Ressourcen. Neben den USA und teilweise Westeuropa gewinnen zunehmend auch regionale Wissenszentren in Asien wachsende Bedeutung für die globale Ausrichtung ihrer FuE-Aktivitäten. In eher konventionellen Technikfeldern wie etwa der Automobilindustrie konzentrieren hingegen deutsche wie auch ausländische Unternehmen ihre FuE-Aktivitäten in Deutschland.

Diese regionale Konzentration von FuE-Aktivitäten kann durchaus als Teil ihrer globalen Ausdehnung angesehen werden, handelt es sich doch um regionale Clusterung im globalen Maßstab, die Ergebnis einer weitreichenden Neudefinition der Lokalisierung von Innovationsaktivitäten ist. Insgesamt läßt sich festhalten, daß im Zuge der offenbar beschleunigten Globalisierung von FuE-Funktionen eine Ausdifferenzierung von Wertschöpfungsketten stattfindet, die bisher räumlich und organisatorisch relativ geschlossen waren. Damit verlieren bislang regional vermittelte Rückkopplungsprozesse zwischen den unterschiedlichen Innovationsquellen – d.h. zwischen Entwicklung, Produktion und Anwendung – an Bedeutung.

3.3 Stärkung von Systemlieferanten

Auslagerungen von Innovationsfunktionen aus den Homebases transnationaler Unternehmen ergeben sich auch – gewissermaßen als Sekundäreffekt – aus den sich verändernden Aufgabenverteilungen und Machtverhältnissen zwischen Endherstellern und großen Systemlieferanten. In Branchen wie der Elektronik oder der Automobilindustrie haben die Zulieferer komplexer Baugruppen oder „Systeme“ in den letzten Jahren gegenüber den Endherstellern an Gewicht gewonnen: In der Automobilin-

dustrie ist diese Entwicklung Resultat vor allem der Entstehung sog. Mega-Supplier, die auch Ergebnis eines brancheninternen Konzentrationsprozesses sind (vgl. Hancké 1997). In der Elektronik steht die erfolgreiche Strategie des Chipherstellers Intel in der PC-Industrie („Intel inside“) für einen in dieser Branche auch für andere komplexe Baugruppen geltenden Trend der wachsenden Marktmacht großer Zulieferer;⁴ die Gewichtsverlagerung läßt Borrus und Zysman (1997) hier sogar von „Wintelism“ als einem neuen postfordistischen Produktionsmodell sprechen.

Auf alle Fälle reduzieren die Endhersteller in diesem Zusammenhang nicht nur ihre Fertigungs-, sondern auch ihre Entwicklungstiefe: Einmal mehr werden die unternehmensinternen Rückkopplungsprozesse aufgelöst, und sie verlieren auf diese Weise Innovationskompetenzen an die Systemlieferanten. Dieser Verlust geht in einer Reihe von Fällen – jedenfalls partiell – auch zu Lasten jener Region, in der die Endhersteller traditionell ihre Homebase haben. Zwar sind die Systemlieferanten in der Regel mit ihren Innovationsressourcen in räumlicher Nähe zu den Innovationsabteilungen der Endhersteller präsent (entweder aus Tradition oder weil sie diese Ressourcen dort neu plazieren), jedoch handelt es sich teilweise nur um einen begrenzten Ausschnitt ihrer Innovationsaktivitäten. Denn bei den Systemlieferanten handelt es sich selbst um international agierende Unternehmen, die bisher Kernbestandteile ihrer Innovationsaktivitäten in ihrer Homebase konzentriert haben.

3.4 Veränderung der strategischen Ausrichtung

Die regionalen Erosionstendenzen werden schließlich verstärkt durch den Wandel der strategischen Ausrichtung international agierender Unternehmen; neu entschieden werden die Fragen, auf welche Marktsegmente sich die Hersteller orientieren und welches Produktportfolio das dafür angemessene ist (vgl. Wittke 1995). Dies gilt sicherlich in besonderer Weise für die Chemisch-Pharmazeutische Industrie, die Telekommunikation und die Elektro- bzw. Elektronikindustrie. Bleibt man nur im deutschsprachigen Bereich, dann gehen in der Chemisch-Pharmazeutischen Industrie die weitreichende Reorganisation der schweizer Hersteller wie auch die stra-

-
- 4 Sturgeon (1997; 1999) hat die Entstehung und die seit Mitte der 90er Jahre überaus rasch zunehmende Bedeutung von „turnkey manufacturers“ für die Fertigung elektronischer Baugruppen (dem Kernstück der unterschiedlichen elektronischen Endprodukte) ausführlich dargestellt.

tegischen Differenzen zwischen dem Unternehmen Hoechst auf der einen, Bayer und BASF auf der anderen Seite genau auf diese Veränderung der strategischen Ausrichtung zurück. Der Wandel des Unternehmens Mannesmann vom Stahlkonzern zum Telekommunikationsanbieter wie auch die jüngsten Veränderungen bei Siemens, insbesondere die Abspaltung der Bauelemente-Aktivitäten, sind weitere Beispiele für die Veränderung der strategischen Ausrichtung transnational agierender Unternehmen.

Aber auch für andere Branchen – wie Automobilindustrie und Maschinenbau – lassen sich ähnliche Trends konstatieren. Weitreichende Veränderungen im Produktportfolio gehen in diesen Fällen oft mit einer Veränderung der technologischen Ausrichtung einher. In diesem Zusammenhang suchen die Hersteller Zugang zu neuen Technologiefeldern, in denen sie bislang nicht oder unterdurchschnittlich aktiv waren. Vor allem europäische Unternehmen versuchen, diese Strategie zu realisieren, indem sie, wie angesprochen, eigene Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in Regionen aufbauen, in denen die entsprechenden Kompetenzen bereits in hohem Maße räumlich konzentriert sind – häufig handelt es sich hierbei um „Innovationsregionen“ in den USA. Damit werden Teile der Innovationsaktivitäten aus der Homebase der transnationalen Unternehmen an andere Standorte verlagert, ohne daß es zu einer Kompletterverlagerung sämtlicher Innovationsaktivitäten käme. Ähnliche Effekte ergeben sich, wenn der Wechsel des Produkt- und Technologieportfolios dazu führt, daß die Endhersteller ihre Zulieferer wechseln, weil die bisherigen in den neuen Felder nicht leistungsfähig genug sind. Häufig befinden sich die für die neuen Technologiefelder einschlägigen Zulieferer – im Unterschied zu den traditionellen – gerade nicht im regionalen Umfeld der Endhersteller.

4. Welche Effekte hat die Erosion herkömmlicher regionaler Bindungen? – Neue Problemstellungen für sozialwissenschaftliche Innovationsforschung

Resümiert man die skizzierten Befunde, so zeigt sich, daß die Unternehmen nicht nur ihre Produktionsketten, sondern auch ihre Innovationsprozesse stärker „cross-local“ organisieren. Abschließend wollen wir nun zeigen, daß die Konsequenzen dieser Ausweitung der räumlichen Spannwei-

te des Innovationshandelns von Industrieunternehmen keineswegs eindeutig sind. Einer Auflösung existierender räumlicher Bindungen als traditionell wichtiger sozialer Voraussetzung könnte die Konstitution neuer – möglicherweise äquivalenter – Kontexte für das Innovationshandeln von Unternehmen gegenüberstehen.⁵ Allerdings bleiben viele Fragen offen.

4.1 Bedeutungsverlust herkömmlicher räumlicher Bindung sozialer Innovationsvoraussetzungen

Die Organisation von Innovationen verlagert sich zu einem Gutteil in den unmittelbaren Einzugsbereich dezidierter Strategien international agierender Unternehmen. Gerade auch dort, wo die enge Kooperation mehrerer Unternehmen von essentieller Bedeutung für den Innovationsprozeß ist – und wo diese Kooperation von „co-location“ begleitet ist –, versuchen die beteiligten Unternehmen, den Wissenstransfer stärker zu kontrollieren und gegenüber dem sonstigen regionalen Umfeld abzuschotten. Diese Abschottung gelingt nicht immer, dennoch sind die Versuche in dieser Richtung sicherlich nicht folgenlos für das Verhältnis von betrieblichen und gesellschaftlichen Innovationsvoraussetzungen. Möglicherweise geht hier ein „social dis-embedding“ mit „co-location“ von Innovationsaktivitäten einher. Folge ist, daß regional basierte und unternehmensübergreifende Innovationsnetzwerke zumindest zu Teilen in Netzwerke zwischen einer begrenzten Zahl von Unternehmen transformiert werden. Die in der technik- und innovationssoziologischen Forschung weitverbreitete Rede von der wachsenden Bedeutung der „Innovation im Netz“ für die Bewältigung neuartiger Innovationsanforderungen ist daher zumindest zu relativieren (z.B. Rammert 1997).

Flexibilität und Rekombinierbarkeit von Innovationsressourcen – wie skizziert, ein Kennzeichen von Innovationsregionen – wird damit tendenziell zu einer Aufgabe, die von den internationalen Unternehmen selbst organisiert werden muß. In den traditionellen regionalen Agglomerationen

5 Dieses auf den ersten Blick widersprüchliche Verhältnis von Erosion und Neukonstitution der Voraussetzungen für industrielle Aktivitäten hat Herrigel (2000) als Spannungsfeld zwischen „de-regionalization“ einerseits und „re-regionalization“ andererseits gefaßt. Der Akzent bei Herrigel liegt hier allerdings auf dem Ersatz gesellschaftlich geschaffener – und von den Unternehmen genutzter – Innovationsvoraussetzungen durch solche Innovationsvoraussetzungen, die von den Unternehmen selbst produziert werden.

konnten sie hier von der Multifunktionalität – von Spillovers und redundanten Ressourcen – profitieren. Die Frage ist, wie diese Bedingungen von Innovationsfähigkeit auf der Ebene von Unternehmensnetzwerken geschaffen und dauerhaft erhalten werden können. Denn der massive Konkurrenzdruck drängt gerade international agierende Unternehmen zu einer ständigen Minimierung von Kosten und damit auch einem Abbau von Ressourcen an Personal und Know-how, die zeitweise zwar brachliegen, doch phasenweise auch eine völlig unverzichtbare Voraussetzung für erfolgreiche Innovationen sind. Verstärkt wird diese Tendenz durch immer wichtiger werdende Unternehmensstrategien, die unter dem Label „shareholder value“ auf eine eindeutige Ex-ante-Kalkulierbarkeit der Rentabilität insbesondere auch von Innovationsaktivitäten zielen und damit den Risiken, unvermeidbaren Offenheiten und vielfältig notwendigen Rückkopplungsschleifen im Verlauf von Innovationsprozessen nicht gerecht werden. Damit drohen möglicherweise unverzichtbare Wissensbestände und Innovationspotentiale verloren zu gehen. Resultat sind kurzfristig ausgerichtet FuE-Aktivitäten, deren innovativer Gehalt fragwürdig ist.

Angesichts des wachsenden ökonomischen Drucks wird es zunehmend schwieriger, Wissenstransfer und Synergieeffekte in „cross-local networks“ als Voraussetzung erfolgreicher Innovationen zu organisieren. Denn die verschärften Konkurrenzbedingungen lassen wenig Raum für kooperative und vertrauensbasierte Innovationsbeziehungen, die zuvor durch die Einbettung in regionale Strukturen gestiftet wurden. Kostenminimierung, hoher Zeitdruck und steigende Flexibilitätsanforderungen drängen unter den Bedingungen des Weltmarktes und einer sich ständig verkürzenden „time to market“ als zentraler Konkurrenzparameter zu schnellen Reaktionen und häufigen Strategiewechseln. Verlässlichkeit wird immer weniger möglich, da eine kurzfristige und einseitige Aufkündigung der Netzwerkbeziehungen aus ökonomischen Gründen jederzeit notwendig werden kann, persönliche Beziehungen können sich nur schwer einspielen und erhalten. Nicht zuletzt erschwert wohl auch eine offenbar wachsende Furcht vor dem Verlust des immer spezialisierteren und daher kostbaren Know-hows an potentielle Konkurrenten den Aufbau funktionierender Netzwerkbeziehungen sehr. Die Frage ist, ob die vieldiskutierten Formen „virtueller Kooperation“ diesen gewandelten Bedingungen gerecht werden und die Innovationsfähigkeit der beteiligten Akteure auf Dauer sichern.

4.2 Konstitution neuer Kontexte für industrielles Innovationshandeln

Indes sind Hinweise unübersehbar, daß die Internationalisierungsstrategien vieler Unternehmen nicht nur von der Erosion gewachsener regionaler Bindungen begleitet sind. Vielmehr sind auch Tendenzen für die Entstehung neuer Kontexte erkennbar, in denen soziale Voraussetzungen für Innovationsprozesse nach wie vor lokalisiert sind. Soziale Voraussetzungen sind – so unsere Vermutung – auch in Zukunft räumlich gebunden. Allerdings ist dies zum einen mit einem tiefgreifenden Wandel des Stellenwerts einzelner Regionen verbunden. Zum anderen erweisen sich bisherige sozialwissenschaftliche Vorstellungen über die Eigenschaften von „Räumen“ als obsolet.

Ein Beleg für die Neukonstitution von sozialen Kontexten liegt etwa darin, daß ausdifferenzierte FuE-Funktionen je nach konkreter Zielsetzung und Zielregion sich neu gruppieren und zu länder- oder regionsspezifischen Zentren zusammengefaßt werden (vgl. z.B. Gerybadze u.a. 1997).⁶ Der Austausch sensibler Informationen wird hier nach wie vor durch räumliche Präsenz, die Möglichkeit zur Face-to-face-Interaktion, die damit einhergehenden Modi der Bildung von Vertrauen etc. gefördert, wodurch die skizzierten Problemlagen internationalisierter FuE-Prozesse wohl zumindest partiell bewältigt werden können. Allgemeiner formuliert: Angesichts steigender Konkurrenz, stagnierenden und immer differenzierteren Märkten sowie neuen technologischen Potentialen können bisherige Global Player regionale Besonderheiten für die Verbesserung ihrer Innovationsfähigkeit und Produktivität neu entdecken, durch die gezielte Ansiedlung von Produktionsstätten und FuE-Zentren nutzen, die regionalen Besonderheiten vertiefen und weiterentwickeln. Vorstellbar ist, daß dadurch ein sich selbst verstärkender Rückkopplungsprozeß zwischen regional ausgerichteten Unternehmensstrategien und einer fortschreitenden Spezifizierung regionaler Gegebenheiten in Gang gesetzt wird. Daher kann in der Tat eine „Renaissance der Regionen“ vermutet werden (z.B. Scott 1996). Freilich hat diese weniger regional-endogene denn global-exogene

6 Die Ergebnisse eines international vergleichend angelegten WZB-Projekts über Innovationsstrategien in der Automobilindustrie, der PC-Herstellung und im Maschinenbau weisen ebenso in diese Richtung wie die Ergebnisse des SOFI-Projekts über die Organisation von Innovationsprozessen in der Mikroelektronik in Europa und den USA (Jürgens 1999; Buss, Wittke 1999).

Ursachen.⁷ Die Eigenschaften von Regionen – ihre Ausstattung mit wichtigen Ressourcen – sind damit für industrielle Innovationsprozesse nach wie vor relevant und bilden mehr denn je ein zentrales Kriterium für unternehmerische Standortentscheidungen. Allerdings sind diese Eigenschaften weniger Ergebnis autonomer sozialer Prozesse und deren Verfestigung in Traditionen, Milieus oder Institutionen. Vielmehr sind die Eigenschaften von Regionen selbst sehr viel stärker das Ergebnis selektiv wirkender Reorganisationsstrategien internationaler Unternehmen (vgl. Hirsch-Kreinsen 1999).

Es gibt gute Gründe für die Annahme, daß im Zuge der fortschreitenden Internationalisierung der Unternehmensstrategien „transnationale Handlungsräume“ (vgl. Pries 1996) entstehen. Diese Räume werden durch die internationalen Unternehmen und Unternehmensnetzwerke, ihre übergreifend koordinierten Produktionszusammenhänge, Technologie- und Wissenstransfers, Finanzströme, Warenaustausch wie aber auch durch die internationale Mobilität von bestimmten Arbeitskräftegruppen – wie Managern oder technischen Experten – konstituiert. Mit diesen Handlungsräumen könnte einerseits eine eigenständige und neue sozioökonomische Realität gewissermaßen oberhalb von gewachsenen Regionen und quer zu alten nationalstaatlichen Grenzen entstehen. Vermittelt über die Verlagerungs- und Standortentscheidungen der Unternehmen wirken die Entwicklung der Handlungsräume und die Strategien der hier agierenden Unternehmen andererseits auf Regionen zurück und verändern sie in der Perspektive einer transnationalen ökonomischen Logik, ohne sie allerdings anzugleichen. Vielmehr liegen vermutlich gerade in der Nutzung von Ungleichzeitigkeiten und besonderen regionalen Bedingungen entscheidende Innovations- und Produktivitätspotentiale, auf die Unternehmensnetzwerke abstellen.

Aus dieser selektiven Wirkung von unternehmerischen Lokalisierungsstrategien folgt eine weitere Annahme: Regionen entwickeln sich ungleich;

7 Angesichts der Gleichzeitigkeit von Globalisierung und Regionalisierung spricht Porter von einem „location paradox“: „Economic geography in an era of global competition, then, involves a paradox. In an economy with rapid transportation and communication and accessible global markets, location remains fundamental to competition. (...) Paradoxically, then, the enduring competitive advantages in a global economy are often heavily local, arising from concentrations of highly specialized skills and knowledge, institutions, rivals, related businesses, and sophisticated customers in a particular nation or region“ (Porter 1998, S. 236 f.).

sie sind in den verschiedenen Segmenten des Weltmarktes und den entsprechenden Ländern und Ländergruppen sehr unterschiedlich verteilt. Ihr Stellenwert für internationale Unternehmensnetzwerke – etwa im Hinblick auf Unternehmensstrukturen, Produktions- und Arbeitssysteme wie auch die für die Unternehmen nutzbaren Ressourcen – variiert deutlich. Offenbar bündelt sich die Entwicklung bestimmter Technologiefelder stärker als in der Vergangenheit in einigen wenigen Regionen, während andere Regionen in die Rolle geraten, diese andernorts generierten Entwicklungen zu adaptieren. Das heißt, das Muster, welches man im Technologiefeld der Mikroelektronik bereits mit der weltweit gegenüber anderen Regionen privilegierten Stellung des Silicon Valley beobachten konnte, könnte sich breiter durchsetzen. Die Frage ist, welches die Konsequenzen für jene Regionen sind, die auf diese Weise vom weltweiten Innovationswettbewerb abgehängt werden.

4.3 Neue Problemstellungen für sozialwissenschaftliche Innovationsforschung

Avancierte Innovationsstrategien vor allem großer, international agierender Industrieunternehmen sind – so unser Argument – in mehrfacher Hinsicht anders als in der Vergangenheit auf die regionale Einbettung ihrer Aktivitäten bezogen. Nicht nur verlagern Unternehmen im Zuge einer Internationalisierung auch von FuE-Funktionen Innovationsaktivitäten aus traditionellen Innovationsregionen aus. Es geht um mehr als um den Bedeutungsverlust ehemals erfolgreicher Regionen zugunsten neuer Cluster. Avancierte Unternehmensstrategien zielen auch darauf, die für inner- wie überbetriebliches Innovationshandeln erforderliche dichte Kommunikation und vertrauensvolle Kooperation unabhängig von regionaler Einbettung im herkömmlichen Sinn zu gewährleisten. Die Unternehmen agieren damit nicht kontextfrei, und räumliche Nähe stellt sogar eine wichtige Kontextbedingung dar. Aber räumliche Nähe wird möglicherweise ganz anders hergestellt, als es die Debatte über die Innovationsregionen unterstellt. Zum einen machen veränderte soziale Prozesse – konkret: die Internationalisierung der Lebensverhältnisse von Akteuren im Innovationsprozeß – die Entstehung von „Innovationsräumen“ denkbar, die eine sehr viel größere Spannweite haben als die klassischen „Innovationsmileus“, die die Raum-Metaphorik in der Innovationsdiskussion bislang prägen. Zum anderen zielen die Lokalisierungsstrategien der international operierenden Unternehmen darauf ab, „Innovationsräume“ selbst zu kreieren.

Damit löst sich die Herstellung von „Innovationsräumen“ möglicherweise von den Prozessen gesellschaftlicher Kontext-Produktion ab, die wir aus der Debatte um die Innovationsregionen kennen. Folgt man unserem Argument soweit, dann hat es sozialwissenschaftliche Innovationsforschung mit einer Reihe von neuen Fragen zu tun. Denn die Effekte der hier skizzierten Entwicklungen sind keineswegs klar – weder für die Organisation von Innovationsprozessen selbst noch für die gesellschaftlichen Folgen. Diese Unklarheiten betreffen vor allem die längerfristigen Auswirkungen. Ob beispielsweise in diesen „Innovationsräumen“ auch redundante Strukturen und Kapazitäten entstehen, die Unternehmen dann für nichtintendierte Strategien (und damit für Strategiewechsel – immerhin ein zentrales Merkmal vieler Innovationsprozesse) als Ressourcen dienen können, ist genauso offen wie die Frage, ob unter diesen Verhältnissen jenes Maß an sozialer Stabilität reproduzierbar ist, ohne das Akteure im Innovationsprozeß kaum bereit sein dürften, eng und vertrauensvoll zu kooperieren. Darüber hinaus ist für gesellschaftliche Entwicklungsoptionen in den frühindustrialisierten Ländern – wie Deutschland – von zentraler Bedeutung, welche Folgen es hat, wenn zukünftige „Innovationsräume“ nicht mehr mit den bekannten Innovationsregionen identisch sind.

Literatur

- Asdonk, J.; Bredeweg, U.; Kowol, U.: Innovation als rekursiver Prozeß – Zur Theorie und Empirie der Technikgenese am Beispiel der Produktionstechnik. In: Zeitschrift für Soziologie, Heft 4, 20. Jg., 1991, S. 290-304.
- Audretsch, D.B.: Marktprozeß und Innovation. In: W. Zapf; D. Dierkes (Hrsg.): Institutionenvergleich und Institutionendynamik, WZB-Jahrbuch, Berlin 1994, S. 310-326.
- BMBF (Hrsg.): Aufwendungen der deutschen Wirtschaft für Forschung, Entwicklung und Produktion in Deutschland und im Ausland im Rahmen der globalen Verflechtung der Wirtschaftstätigkeit, Bonn, 2.9.1996
- Borras, M.; Zysman, J.: Globalization with Borders – The Rise of Wintelism as the Future of Global Competition. In: Industry and Innovation, vol. 4, no. 2, 1997, pp. 141-166.
- Buss, K.P.; Wittke, V.: Globalisierung von Entwicklung und Produktion in der Mikroelektronik. In: Ch. Lang; D. Sauer (Hrsg.): Mitteilungen Heft 22/1999, Verbund Sozialwissenschaftliche Technikforschung, München 1999 (in Vorbereitung).
- Camagni, R. (ed.): Innovation Networks – Spatial Perspectives, London/New York 1991.

- Dörre, K.; Elk-Anders, R.; Speidel, F.: Globalisierung als Option. In: SOFI-Mitteilungen, Nr. 25, 1997, S. 43-70.
- Endres, E.; Wehner, Th.: Zwischenbetriebliche Kooperation aus prozessualer Perspektive. In: D. Sauer; H. Hirsch-Kreinsen (Hrsg.): Zwischenbetriebliche Arbeitsteilung und Kooperation, Frankfurt/New York 1996, S. 81-120.
- Fröbel, F.; Heinrichs, J.; Kreye, O.: Die neue internationale Arbeitsteilung, Reinbek 1977.
- Gerybadze, A.; Meyer-Krahmer, F.; Reger, G.: Globales Management von Forschung und Innovation, Stuttgart 1997.
- Grabher, G.: The Weakness of Strong Ties – The Lock-in of Regional Development in the Ruhr Area. In: D. Grabher (ed.): The Embedded Firm, London/New York 1993, pp. 255-277.
- Grabher, G.: Lob der Verschwendung, Berlin 1994.
- Grotz, R.; Braun, B.: Spatial Aspects of Technology-oriented Networks – Examples from the German Mechanical Engineering Industry, Bonner Beiträge zur Geographie, Heft 3, 1996.
- Hancké, B.: Vorsprung, aber nicht länger (nur) durch Technik. In: F. Naschold u.a. (Hrsg.): Ökonomische Leistungsfähigkeit und institutionelle Innovation, WZB-Jahrbuch 1997, Berlin 1997, S. 213-234.
- Heidenreich, M.: Wirtschaftsregionen im weltweiten Innovationswettbewerb. In: KZISS, Heft 3, 49. Jg., 1997, S. 500-527.
- Herrigel, G.: Industrial Constructions – The Sources of German Industrial Power, New York 1996.
- Herrigel, G.: De-Regionalization, Re-Regionalization and the Transformation of Manufacturing Flexibility – Large Firms and Industrial Districts in Europe. In: J. Dunning (ed.): Regions, Globalization and the Knowledge Based Economy, Oxford 2000 (forthcoming).
- Hirsch-Kreinsen, H.: Regionale Konsequenzen globaler Unternehmensstrategien. In: G. Schmidt; R. Trinczek (Hrsg.): Globalisierung, Soziale Welt, Sonderband 13, Baden-Baden 1999, S. 115-137.
- Jürgens, U. (ed.): New Product Development and Production Networks – Global Industrial Experience, Berlin/Heidelberg/New York etc. 1999 (im Erscheinen).
- Kurz, C.; Wittke, V.: Die Nutzung industrieller Kapazitäten in Mitteleuropa durch westliche Unternehmen – Entwicklungspfade einer neuen industriellen Arbeitsteilung. In: SOFI-Mitteilungen, Heft 26, 1998, S. 45-68.
- Markusen, A.; Hall, P.; Campbell, S.; Deitrick, S.: The Rise of the Sunbelt, New York 1991.
- Maskell, P.: Localised Low Tech Learning. Paper to be presented at the 28th International Geographical Congress, Den Haag 1996.
- Piore, M.J.; Sabel, Ch.F.: Das Ende der Massenproduktion – Studie über die Requalifizierung der Arbeit und die Rückkehr der Ökonomie in die Gesellschaft, Berlin 1985.

- Porter, M.E.: Nationale Wettbewerbsvorteile, München 1991.
- Porter, M.E.: On Competition, Boston 1998.
- Porter, M.E.: Clusters and the New Economics of Competition. In: Harvard Business Review, November-December, 1998a, pp. 77–90.
- Pries, L.: Transnationale Soziale Räume. In: Zeitschrift für Soziologie, Heft 6, 25. Jg., 1996, S. 456–472.
- Pyke, F.; Sengenberger, W.: Industrial Districts and Local Economic Regeneration, Geneva 1992.
- Rammert, W.: Innovation im Netz – Neue Zeiten für technische Innovationen: heterogen verteilt und interaktiv vernetzt. In: Soziale Welt, Heft 4, 48. Jg., 1997, S. 397–416.
- Ruigrok, W.; Tulder, R. van: The Logic of International Restructuring, London/New York 1995.
- Saxenian, A.: Regional Advantage – Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128, Cambridge, Mass. 1994.
- Scott, A.J.: Regional Motors of the Global Economy. In: Futures, vol. 28, no. 5, 1996, pp. 391–411.
- Storper, M.: The Regional World, New York/London 1997.
- Sturgeon, T.: Turnkey Production Networks – A New American Model of Industrial Organization? Berkeley Roundtable on the International Economy, BRIE Working Paper No. 92A, Berkeley 1997.
- Sturgeon, T.: How Silicon Valley Came to Be. In: M. Kenney (ed.): The Anatomy of Silicon Valley, 1999 (im Erscheinen).
- The Economist: The Complications of Clustering, January 2nd 1999, pp. 57–58.
- Wittke, V.: Wandel des deutschen Produktionsmodells: Beschleunigen oder Umsteuern? In: SOFI (Hrsg.): Im Zeichen des Umbruchs – Beiträge zu einer anderen Standortdebatte, Opladen 1995, S. 109–124.

Innovation im Spannungsfeld von Globalisierung und Regionalisierung

Eingangs sollen einige umfassende Thesen zu Globalisierung und Regionalisierung bzw. Reregionalisierung skizziert werden, die unter dem Stichwort „Ökonomie des Archipels“ (Veltz 1996) entwickelt worden sind. Diese werden dann mit Bemerkungen zur Innovation verbunden, die im großen und ganzen mit den Hypothesen von Hirsch-Kreinsen und Wittke (vgl. den Beitrag in diesem Band, S. 25 ff.) konvergieren.

1.

Viele Forscher sind heute davon überzeugt, daß die Globalisierung und gewisse Formen der Regionalisierung bzw. der Neo- oder Reregionalisierung nicht widersprüchlich, sondern positiv rückgekoppelt sind. Eine erste Idee hierzu ist, daß nicht nur für Klein-, sondern auch für Großunternehmen die lokale Einbettung und Verankerung wichtiger sind, als sie in einer gewissen Art von Managementliteratur, die nur die globalen Aspekte betont, dargestellt werden. Zu berücksichtigen ist jedoch, daß die Einbettung der Großunternehmen natürlich mit vielen Entbettungsaspekten gemischt ist – darauf komme ich noch zurück – und daß sie sehr viele verschiedene räumliche Formen haben kann. Die neue Arbeitsteilung in den Großunternehmen stützt sich – oft in ein und derselben Firma gemischt – auf alte oder neue fordistische Regionen, flexible Cluster und Distrikte, aber auch auf die Großstädte – die Metropolen.

Die zweite Idee ist, daß die territoriale Einbettung der globalen Firmen nicht nur in den funktionalen Forderungen der Stabilisierung internationaler Produktionsnetze liegt. Diese Stabilisierung ist natürlich wichtig und benötigt Ressourcen wie Vertrauen oder soziale Verlässlichkeit, und sie

bleibt im gesamten schwierig und empfindlich. Aber noch wichtiger sind die Effekte der neuen globalisierten Konkurrenz. Dieser Punkt kann hier nicht entwickelt, sondern nur kurz erwähnt werden. Es findet sich eine Kette ganz zentraler Änderungen, d.h. neue Regeln für die Konkurrenz, neue vielfältige Leistungen, die immer weniger mit klassischen Teilproduktivitätseffekten verbunden sind und immer mehr von der Relevanz und der Qualität der Interaktion zwischen inner- und außerbetrieblichen Akteuren abhängen, und endlich auch neue Forderungen für die interne Organisationsgestaltung der Firmen auf Mikro- und Makroebene. Diese Kette ist der zentrale Ort, an dem existierende Beziehungs- oder Interaktionsressourcen – meist, jedoch nicht exklusiv – auf territorialer Ebene gestaltet werden.

Mit ähnlichen Prämissen – so die dritte Idee – haben sich viele Forscher, besonders in Frankreich und Italien, für die lokalen Cluster (neomarshalian districts) begeistert. Aber diese Form der Neoregionalisierung ist nicht die einzige, sie bleibt wahrscheinlich eine dominierte Form, welche stärker die Zulieferstufe als die Kernzone der internationalen Wirtschaft betrifft. Bedeutender für mich ist die Metropolisierung der Ökonomie und der Gesellschaft. Großstädte bilden das natürliche Ökosystem der globalen Wirtschaft, wo die Unternehmen marktverbundene und nicht-marktverbundene Leistungseffekte flexibel verknüpfen und Wertketten mit geringem Kostenaufwand aufbauen und ständig umbauen können. Die hochdifferenzierten Arbeitsmärkte der Großstädte sind ein entscheidender Faktor für Unsicherheitsreduzierung, für kurzfristige Flexibilität, aber auch für mittelfristige Reversibilität der Arbeits- und Organisationspolitik. Die Metropolen sind die Orte, an denen die bürokratischen Strukturen der Großunternehmen mit anderen wichtigen Formen der heutigen Wirtschaftsdynamik zusammentreffen können – z.B. mit den global-lokalen Ketten der Diaspora- oder der Emigrantennetze, die eine herausragende Rolle in der Globalisierung spielen, weil das Vertrauen und die multikulturellen Übersetzungsfähigkeiten in diesen Netzen viel größer sind als in den klassischen Strukturen der Großfirmen.

2.

Auf diesem Hintergrund sollen nun einige Bemerkungen über Innovationen riskiert werden. In der Regionalisierungs- und Globalisierungslitera-

tur wird das Thema Innovation sehr stark betont, teilweise vielleicht deshalb, weil viele Wissenschaftler heute in lokaler Innovationspolitik engagiert sind. Damit ist eine Art neue Rhetorik entstanden, die Innovation immer stärker als Ergebnis lokaler Kooperationsnetze interpretiert. Diese Idee einer „learning region“, „producer-user-learning“ usw. soll nicht einfach verneint werden, sondern es soll – wie Hirsch-Kreinsen und Wittke es getan haben (vgl. den Beitrag in diesem Band) – ein bißchen Mißtrauen gegen diese „politically correctness“ zum Ausdruck kommen und für eine komplexere Betrachtung des Themas plädiert werden.

Vier Haupttendenzen bilden die Spannungsfelder, in denen die heutigen Innovationsprozesse stattfinden. In erster Linie findet man immer wieder die globalisierte Konkurrenz, die Innovation in Großunternehmen aufgrund der Beherrschung des Reaktivitätsmodells – worauf noch zurückzukommen ist – sehr stark gestaltet und einschränkt. Die zweite Tendenz umfaßt die Dynamik von Wissenschaft und Technik in den aktivsten neuen Feldern der Informationstechnologie, der Werkstoffe und der Biotechnologie, die sich oft quer über die bestehenden Branchen entwickelt und kombinatorische multidisziplinäre Kompetenz und Verhalten erfordert,¹ die weder in den Unternehmen noch in den akademischen Forschungsinstitutionen verbreitet sind. Eine dritte Tendenz läßt sich umreißen als Paradoxie der Kontextualisierung von Innovationen, die immer mehr von dekontextualisierten Kenntnissen abhängig sind.² Eine vierte Tendenz stellt die neue Entwicklungsstufe der Internationalisierung in sämtlichen Branchen – wie z.B. die Automobilindustrie – dar. Diese Stufe wird gekennzeichnet durch die Forderung eines gleichmäßigen Produktivitäts- und Leistungsniveaus in allen Regionen der Welt, in allen Ländern, in allen Werken. Dadurch entsteht eine ganz andere Arbeitsteilung als die klassische Arbeitsteilung zwischen modernen Hochleistungswerken in westlichen Industrieländern und Low-cost-Werken in Entwicklungsländern.

Wenn man diese vier Tendenzen kombiniert, dann versteht man, warum das Innovationsproblem in der globalen Wirtschaft ein so widersprüchliches Problem ist.

1 Vgl. hierzu das Modell zwei bei Gibbons u.a. 1994.

2 Vgl. hierzu das Programmpapier des Verbundes (Lang, Sauer 1997).

Zum Schluß schlage ich fünf Hypothesen vor:

- Die wichtigste Arena der Innovation bleibt – zusammen mit den umgebenden dominierten Netzwerken – die innere Struktur der Großunternehmen. Auf der räumlichen Ebene ist dies z.B. in Italien zu beobachten: Lokalisiert man die Produkt- und Prozeßinnovation, so liegen Regionen mit Großunternehmen wie die Lombardei oder Piemont weit vor den berühmten Third-Italy-Districts. Das Innovationsproblem ist für die Großunternehmen das schwierigste Problem der globalen Organisation. Die Bildung eines „seamless web“ zwischen Forschung und Entwicklung auf der einen Seite, Fertigung, Logistik, Verkauf und Service auf der anderen Seite ist fast unmöglich. Die räumliche Organisation von Innovationen ist immer zwischen zwei Zielen hin- und hergerissen: der Forderung nach einer kritischen Masse, dem Zugang zu hochqualifizierten Arbeitsmärkten einerseits und der Nähe zu Fertigungs- und Absatzmärkten andererseits. Die klassische Lösung ist eine Spaltung zwischen Forschung und Entwicklung, die jedoch neue Probleme aufwirft.
- Für globale Unternehmen ist eine hohe Kompetenz in bezug auf inkrementelle Prozeßinnovation und schnelle effiziente Ausweitung der best practices die unerläßliche Basis der Wettbewerbsfähigkeit. Als Folge bilden sich rund um den Erdball Inseln und Netzwerke auf hohem Produktivitätsniveau, die oft sehr weit von der durchschnittlichen Produktivität der sie umgebenden Wirtschaft entfernt sind.
- Bei Produktinnovationen ist dies anders: Die Gestaltung neuer Produkte wird sehr stark durch den globalen Konkurrenzkontext kanalisiert und begrenzt. Dieser Kontext bestimmt eine fast allgemeine Beherrschung der Reaktivitätskriterien und der reaktivitätsorientierten Organisation. Flexibilität als Reaktionsfähigkeit ist das erste strategische Ziel und nicht die Flexibilität als Antizipation und Innovation. Das Reaktivitätsmodell – z.B. lean production – kombiniert sich sehr schlecht mit tiefgreifender Produktinnovation. Das liegt daran, daß Lock-in-Effekte durch die ständige Beschleunigung der Entwicklungs-, Fertigungs- und der Vermarktungsprozesse direkt verstärkt werden. So bezieht sich Innovation nur auf die Differenzierung von existierenden Produkten, auf Verpackungseffekte usw. Das schafft zwar oberflächliche Unterschiede, beschränkt jedoch eine tatsächliche Verschiedenheit der Produkte. Langfristig ist dies sehr gefährlich für die Unternehmen.

- Das doppelte Problem der unvorhersehbaren Richtung von Technik-anwendung und von Kontextualisierung bestimmt jedoch neue inter-essante Tendenzen in Unternehmensnetzen. Erste Tendenz sind die sich ausbreitende Kritik des klassischen pipeline-approach der FuE und die Gestaltung neuer Systemorganisation, die die verschiedenen Akteure sehr früh in die Projekte integrieren. Eine weitere Tendenz bezieht sich auf Unternehmenskooperation im Bereich teurerer und gewagter Projekte. Die vielleicht interessanteste Tendenz betrifft die Gestaltung von Kooperationsräumen, die allmählich und rekursiv die neuen Produkte zwischen Anbieter und Anwender definiert. Das wurde in Frankreich z.B. zwischen der Stahl- und der Autoindustrie beobachtet.
- Bei den räumlichen Aspekten findet man sehr verschiedene Formen. Die zentralen, strategischen Forschungskompetenzen bleiben überwiegend ein Teil der nationalen oder sogar regionalen Basen der Firmen. Science-based-Branchen – wie z.B. die Pharmaindustrie – stützen sich auf eine immer kleinere Zahl von Regionen, Universitäten und Industrieclustern, die – fast exklusiv – in den großen Weltmetropolen zu finden sind. Die verschiedenen Kooperationsprozesse zwischen Firmen, Anbietern und Anwendern sind natürlich durch die räumliche Nähe vereinfacht. Was bedeutet räumliche Nähe? Räumliche Nähe heißt hier nicht mehr Stadt oder Region, sondern manchmal Europa oder Amerika oder die ganze Welt. Im großen und ganzen stimme ich der These eines gewissen „disembedding process“ zu, besonders was die Prozeßinnovation anbelangt, wobei jedoch zwischen Prozeß- und Produktinnovation differenziert werden muß. Viele Probleme bleiben dabei für die Firmen offen. Betrachten wir z.B. die neuen Werke der europäischen Automobilindustrie in Südamerika: In hochmodernen Werken sollen mehr oder weniger die gleichen Autos wie in Europa hergestellt werden – es sind sozusagen Klonwerke. Wichtige Organisationsprozesse, wie z.B. die enge Integration des Fertigungspersonals in die Engineeringprojekte am Ende der Designphase oder die Kopplung zwischen Produkt- und Prozeßinnovation, müssen aber ganz anders gestaltet werden. Es gibt viel Unbekanntes für die Unternehmen und auch für die Forschung – da liegt noch ein breites Betätigungsfeld vor uns.

Literatur

- Veltz, P.: Mondialisation, villes et territoires: l'économie d'archipel, Paris 1996.
- Gibbons, M.; Limoges, C.; Nowotny, H.; Schwartzman, S.; Scott, P.; Trow, M.: The New Production of Knowledge – The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies, London/Thousand Oaks/New Delhi 1994.
- Lang, Ch.; Sauer, D. (Hrsg.): Paradoxien der Innovation, Mitteilungen Heft 19/ 1997, Verbund Sozialwissenschaftliche Technikforschung, München, November 1997.

Meso Institutions and Innovation Paradoxes

Paradoxes Embedded in the Chemistry of Dependence in the Car Industries of the United States, Germany and Japan¹

1. Introduction: R&D Location, Institutions and Dependency Relations

Since the midst of the 1980s, technology has almost unequivocally become recognised as one of the most important contributors to productivity, economic growth and ultimately (national) competitiveness.² Assigning great importance to expenditures in Research and Development (R&D) therefore seems a logical (political) consequence. But expenditures in R&D alone do not account for competitiveness. The total amount of R&D expenditures has been only a very rough – and often misleading – approximation of competitive potential. Output indicators such as patents have been as important as input indicators such as gross expenditures on R&D. Furthermore and perhaps more important, the *distribution* of Research and Development expenditures over various funding agencies in society has been identified as an important factor affecting the link between technology and competitiveness. The OECD secretariat and neo-Schumpeterian authors in particular have contributed greatly to insights as regards these questions. Consequently, data were collected on the distribution of R&D funding over government, industry and knowledge institutes such as universities (OECD 1993; 1993a; 1997). Within governmental budgets, further specification was operationalised between R&D in defense-related or civilian-related research – to mention one of the most prominent

1 Part of the research on this paper benefited from the generous support of the Alfred P. Sloan Foundation. Ulrike Hodges (University of California at Berkeley) contributed to an earlier version of this paper.

2 An overview of the literature and most relevant insights is given in Freeman, Soete 1997.

distinctions made (Mowery, Rosenberg 1989). Many have stressed that civilian-related research has been key to industrial competitiveness in Japan, whereas the defense orientation of R&D in the USA has greatly contributed to its relative decline.

Due to these findings, at the macro level of analysis, the importance of institutions became stressed. In the technology literature this insight built further on the classic study of Nelson and Winter, who in the early 1980s already stressed the importance of the "selection environment" of technological trajectories (Nelson, Winter 1982).³ Ten years later the concept of selection environment has been rephrased as the "national system of innovation" (Nelson 1993; Lundvall 1992; Edquist 1998). Others have complemented (and criticised) the literature on "national systems of innovation" by referring to the concept of "social systems of innovation" for instance.⁴ Following Hall, institutions can be defined as well-established (implicit or explicit) rules, compliance procedures and standard operating practices (see Hall 1986). Rules, procedures and practices also leverage the particular distribution of economic activities in general and R&D expenditures in specific over an industry and within a country.

The importance of institutions for technological change and the "competitiveness" of national economies has indeed become increasingly acknowledged by other authors as well. Streeck, for instance, stressed the importance of "governance regimes" and social institutions as vehicles for economic performance (Streeck 1992). Whitley pointed at the relevance of specific national "business systems" and national business "recipes" as building blocks of national competitiveness (Whitley 1992; 1999).⁵ Some of these approaches take the government as an important part of institutions (Hart 1992), others⁶ explicitly leave governments out of their modelling of institutions.⁷ Various authors stress different ingredients of institutions when trying to delineate the key elements of international eco-

3 For earlier works in which the importance of institutions for innovation and economic growth have been stressed, see for instance: Landes 1969.

4 In particular: Amable et al. 1997.

5 Recently Whitley has also applied his approach to the issue of innovation strategies: Whitley 1998.

6 For instance Porter 1990. In his "diamond", governments are initially left out of the variables influencing the competitiveness of an economic cluster.

7 See also the excellent overview given in: Beijer 1998.

conomic success. Others ascribe vital importance to “trust” in creating (national) prosperity (Fukuyama 1995) or draw the attention to “culture” as decisive building blocks of institutions (Hampden-Turner, Trompenaars 1993).

The principal approaches nevertheless remain relatively general, often implicitly in search of general “laws” of motion, are monodisciplinary (mostly economic and a-political), tend to be rather static and/or focus primarily on measuring innovation output indicators (like patents) rather than the link with country or firm competitiveness.⁸ If we look closer at the previous definition of institutions by Hall institutions can be considered the result of *bargaining processes*. Research on institutional change in this view will first of all have to identify the *actors* behind institutions – their creation, their continuation and/or their change. Technological change and industrial restructuring processes are part and parcel of institutional arrangements that vary from country to country (Zysman 1994). Institutions are the result of (past) bargaining relations. They originate in a particular setting in which, based upon their relative strength vis-à-vis each other, firms, governments and related societal actors agree upon “working arrangements” that construct the institutional framework. As such, institutional arrangements are not static phenomena. The discussion on the importance of “tacit knowledge” in innovation networks perhaps comes closest to acknowledgement of bargaining as an important guiding mechanism in the diffusion and creation of innovation (Senker, Faulkner 1996).

The paradoxes related to “appropriability regimes” and other institutional arrangements that are supposed to facilitate the transfer of tacit knowledge, however, are rarely addressed in a bargaining perspective. Often the question is evaded by primarily looking at the phenomenon of collaboration in networks, but abstaining from a power perspective (and the degree of non-cooperation). The principal approaches as yet primarily take either a firm-level perspective, which has resulted in many interesting case studies, or take a macro-economic perspective focussing on science and technology policy in particular. More detailed accounts at the sectoral level in which the location of R&D expenditures along the supply chain is taken into consideration are still scant and do not depart from a system-

8 For accounts of the drawbacks of innovation output measurement, the need for new indicators and some ideas on how to deal with this, see Kleinknecht, Bain 1993; Kleinknecht 1996.

atic entrance towards (meso)institutions.⁹ The location of R&D over specific parts of the supply chain shows clear differences across countries and across sectors. It could therefore be worthwhile to consider the origins of these differences, to try to explain why the locus of R&D in some countries is more with suppliers, whereas in other countries the centre of R&D gravity is more with assembling firms. Questions that pose themselves in this context are: do different economic institutions influence the location of Research and Development (R&D) expenditures? Can the particular distribution of R&D expenditures over the supply chain affect the competitiveness of industries/economies? And finally: what is the impact of technological change on existing institutional settlements and the related competitiveness of an industry? This contribution will consider these questions by looking at the car industry in three leading countries as an example of institutional arrangements, and by looking at chemical inputs as an important example of technological change.

This contribution suggests that the position of actors is also best operationalized in terms of relative dependencies at the meso- or network level of analysis.¹⁰ Bargaining processes are strongly influenced by relative dependencies. Present institutional arrangements shaped by these bargaining processes, while bearing the mark of past dependency relations, thus shape the way in which "national systems of innovation", "business systems", "governance regimes" or whatever concept one uses to indicate the same phenomenon, can adjust to technological change. This paper operationalizes a "chemistry of dependence" by looking at the following actors in the car industry: the assemblers, their component suppliers in general and the chemical industry in particular, and governments. This provides a characterisation of meso-level institutional arrangements.¹¹

The remainder of this paper is divided into three sections. Section 2 tries to explain differences in R&D location. In order to do that this section gives an account of the chemistry of dependency relationships between suppliers and car assemblers that have emerged in the United States, Ja-

9 Rosenberg has given a good first attempt in going into this "black box" (Rosenberg 1994). He looks at several sectors, but in our view tends to overstate the differences between sectors, while understating the (institutional) difference between countries.

10 See for a more elaborate treatment of this notion: Ruigrok, van Tulder 1995.

11 A more elaborate application of this argument in the car industry is rendered in: Ruigrok, van Tulder (forthcoming).

pan and Germany, using examples of the largest car makers respectively. Section 3 considers what happens with these relationships if technological changes appear in the car industry. We will look at the strategic material inputs of the car industry and the locus of their development. We attempt to assess the prospective positions of chemical producers vis-à-vis their automobile customers in light of each country's institutional arrangements. In section 4 a set of final and more speculative questions arises from our theoretical arguments. Which car complex tends to be in the best starting position when it comes to taking advantage of very necessary innovation in chemical-related materials? What role are the national governments likely to assume in shaping the future outlook of their national car-producing industry? What role can we consider to be the most promising in light of the structural and regulatory changes taking place?

2. Historical Origins of Institutions and R&D Distribution in three Car Industries

Table 1 compares the relative expenditures on R&D in three national car industries at the beginning of the 1990s, making a distinction between assemblers and a sample of first-tier component manufacturers. The differences are obvious. Component manufacturers in Germany have the highest R&D intensity in the world, higher even than the car assemblers. On average, the European car industry spent more on R&D than their Japanese competitors (4% against 3.5%). The U.S. car industry spent less than their European and Japanese contenders – around three per cent on average. Outside Germany, one can witness a clear hierarchy of R&D expenditures between assemblers and suppliers. In Japan, with the exception of the chemical industry (see later on), the R&D gap between assemblers and suppliers is the smallest, indicating that innovation is relatively evenly spread over the value chain.

One of the rare studies that went into distributional questions of R&D in the car industry in any detail is the excellent research of Clark and Fujimoto (1991, pp. 140 ff.). They examined the source of design in the car industry in various countries, but without systematically looking for the historical origins of these findings. They introduced the concept of “black box engineering”. Clark and Fujimoto concluded that over 70% of the components supplied in Japan have been developed on the basis of black

box engineering in which the supplier is solely responsible for the developmental work: the parts delivered by the supplier are consequently treated as black boxes by the assembler. Most analyses (see introduction for references) tend to use this finding as evidence of the high degree of “trust” or “cooperation” in the Japanese innovative system. Clark and Fujimoto analysed that in the European car industry, the percentage of black box outsourcing is considerably lower (46%) than in Japan. The United States car industry provides the most extreme case, with 81% of all R&D in-house done at core companies and only 19% outsourced to suppliers upstream in the supply chain.

Table 1: R&D as a Percentage of Sales at Assemblers and Component Manufacturers in three Car Industries, beginning of the 1990s

Country	Assembler*	Component suppliers**
Germany	3.7	6.4
United States of America	3.9	2.0
Japan	4.0	3.1

* weighted average; ** weighted average of sample of suppliers
Source: Boston Consulting Group 1990, p. 338; own estimates

Can institutional arrangements explain these different loci of innovation? This question will be addressed in this section. Institutional arrangements in Japan, the United States and Germany developed in three distinct directions, hinging in particular upon the relative dependency between assemblers and suppliers. This section looks into the historical origins of the respective institutional arrangements and considers what “chemistry of dependence” developed in the three countries.

2.1 United States: Direct Control Efforts and Adversarial Institutional Arrangements

In the late 19th and early 20th centuries, all U.S. car makers started as assemblers rather than as manufacturers. Components were easily available from advanced suppliers in adjacent sectors that were technologically more sophisticated and mature, such as the producers of machinery, wagons and carriages, engines and bicycles. In many cases these suppliers entered into car assembly themselves, i.e., Dodge, Studebaker, Oldsmobile.

In the course of less than thirty years, the picture of an industry dominated by small (artisan) firms changed radically as a result of a few firms' strategies to gain control over the rest of the industry and establish particular supply relations. Henry Ford's early decision to strive for extreme levels of vertical integration was especially motivated by unfavorable dependency relationships with his suppliers (Robertson, Langlois 1988). His strategy for achieving vertical integration was four-fold. (1) Ford wanted to internalize the profits that important subcontractors – much to his disdain – had been able to realize. (2) Ford's dependency on outside suppliers had led to major supply disruptions. These disruptions were further induced by the poor state of the transportation infrastructure. Ford thus aimed to have suppliers locate close to his centralized and integrated factories, which, however, was difficult to achieve in view of the strong and independent suppliers of his time. (3) Ford wanted to eliminate minority stockholders like the Dodge Brothers who, as important suppliers, had challenged his control over the company at an earlier stage. (4) The large experiments with mass production pioneered by Taylor and Ford required special-purpose machinery that was not produced by the machine-tool companies; Ford's engineers had to develop these machines themselves.

The systemic character of the new Ford organization made vertical integration almost self-reinforcing (ibid., p. 14). Rapid growth and productivity increases contributed to a level of vertical integration at Ford of almost 100% immediately preceding World War II. General Motors and Chrysler adopted basically the same strategy, although, at least initially, GM pursued a lower level of vertical integration. In the terminology of Alfred Chandler, who closely monitored the formation of General Motors and "Sloanism" (Chandler 1990) the increasing scale of production of American car manufacturers also enhanced the scope of activities, i.e., it fostered core firms' inclination to coordinate supplies through direct ownership.

The direct control strategy of the U.S. car makers, aiming at creating formal hierarchies of a large number of fully owned subsidiaries, however, limited the growth possibilities and the level of technological sophistication of other suppliers (Jorde, Teece 1989). Only a relatively small number of independent component suppliers could mature under these circumstances. The largest car component suppliers are almost all part of large diversified companies such as Allied Signal, TRW, DuPont, ITT, Rockwell, 3M and United Technologies (Lamming 1989; Payne, Payne 1990). About 30 large firms account for more than fifty per cent of the non-captive car supplies,

but the auto business of these firms accounts for only 10% to 30% of their sales. The remainder of the (limited) outsourcing of the U.S. car manufacturers has been undertaken with a large number of smaller subcontractors on a short-term, market-led basis. Consequently, the profit margins of assemblers and suppliers differ considerably in the United States, contributing to a generally adversarial assembler-supplier relationship.

While propinquity to car plants has therefore been only of secondary importance to these suppliers, many of the largest European and Japanese car suppliers have the bulk of their activities in the car business, and are often located near to the car assemblers.

The strategic orientation towards direct control of the American car industry via vertical integration contributed to such adversarial relations with a large number of other societal actors as well. Due to the leading role of the car industry in the American industrial landscape, this mechanism shaped the institutional setting of American society far beyond the car industry itself. Disputes were often only settled by the Federal government. However, as a further illustration of the adversarial relations, this was often achieved with solutions inimical to the control strategy of the car manufacturers themselves.

First, the unwillingness of the car majors to allow labor to organize itself resulted in the creation of a strong sectoral labor union (United Auto Workers, UAW) outside the company boundaries, which ultimately became strong enough to enter into direct negotiations with management. Often, the trade unions could ally with government. General Motors, one of the leading actors behind Roosevelt's New Deal policies, had been one of the first companies to concede to the strength of organized labor. In 1941, after long and bitter fights, Ford was one of the last companies to allow direct representation of the UAW. One of the most important reasons the company allowed UAW representation was that Ford wanted government procurement, for which the Administration had obliged the company to open up to labor. Government procurement policies saved the company from bankruptcy in the early 1940s. Second, the attempt of the car firms to control their dealer structure resulted in a U.S. Supreme Court prohibition on exclusive dealership in the late 1940s. This led to the rise of multi-franchise dealers and to an increasingly adversarial relationship between assemblers and dealers (The Economist 1994, pp. 15 f.).

More generally, the close link between industrial banks and the car industry during the Great Depression of the 1930s led to a number of Antitrust cases and restrictive laws such as the Glass-Steagall Act of 1933, which prohibited American banks from taking a large interest in industrial firms via stocks and bonds. This resulted in a strict distinction of banking identities between commercial and investment banks not followed by any of the other industrialized countries.

Most of these new institutional arrangements had to be mediated by the Federal government, which in turn contributed to its relative independence vis-a-vis the car majors. In the postwar period, thus, U.S. governments have adopted policy stances that do not take the interests of the car firms into consideration. The response of the federal government to public pressures in pollution and safety regulation is a good example. Since the mid-1960s, the U.S. government adopted a large number of mandatory standards, like the 1970s Clean Air Act, that ran directly opposite to the industry's interest (and consequently were fiercely contested and even outrightly hindered by the Big Three). Similarly, as discussed further in section 4, state standards, such as those of California, have critically shaped both timing and direction of technological developments in chemical-related industries.

Although most of the institutional arrangements settling disputes in the American car complex date back to the 1930s and 1940s, they are operating in almost unscathed condition in the 1990s. Car firms must comply with government-induced regulations and thus the relationship between the two is basically adversarial, as can be witnessed in the efforts of the Californian state government to press the development of electric cars (discussed in section 4).

2.2 Japanese Cars: Structural Control

The evolution of the Japanese car industry and its related institutions bears remarkable resemblance to the strategy of Ford and the "Fordist" institutional arrangements, in particular, if we look at the experience of Toyota in the immediate postwar period. However, in the case of the Japanese car industry, the institutional outcome of the bargaining processes is radically different.

In the postwar period Nissan and Toyota tried to copy the Fordist system of mass production, vertical integration and direct control. In 1949, how-

ever, facing acute financial difficulties and falling sales, Nissan and Toyota had to dismiss thousands of their workers. Nissan, for instance, fired almost 25% of its total workforce. Although this created serious labor shortages, both Nissan and Toyota kept the number of workers low by requiring more overtime, hiring temporary workers and subcontracting jobs to small firms with lower wages. "These measures proved so successful in maintaining earnings that the automakers continued them" (Cusumano 1989, pp. 80 ff.).

The chemistry of supplier-assembler relations that emerged from this process after almost 30 years of uninterrupted experimentation and continuous institutional fine tuning has often been characterized as a pyramid. The assembler is situated at the apex of this pyramid and adds no more than 15% to 30% of the value of the final car. Directly below the assembler, there is a layer of first-tier suppliers that deliver their components directly to the end producer. The number of first-tier suppliers is limited and diminishing. Below this layer, the second-tier suppliers are situated; these subcontractors are not in direct contact with the end producer but deliver their products to a first-tier supplier that assembles the parts in integrated component systems. As a consequence of this hierarchy, Japanese assemblers often have a high degree of structural control over their subcontractors. Nishiguchi calls the typical Japanese supply structure one of "clustered control" (Nishiguchi 1988, p. 4).

The dependence of subcontractors can be illustrated by the fact that about 31% of all Japanese subcontractors still work exclusively with one manufacturer, and more than 50% supply no more than two core firms (Mainichi Daily News, April 7, 1992). This number is even more revealing when we consider that a large number of observers have been keen on stressing that the structural control regime instituted by Japanese car assemblers over their supply structure disappeared several years ago (Friedman 1988; Womack et al. 1990).

Indirect control is used as a complement to structural control. It can be exercised by the core firms over the suppliers in various ways: through minority shareholding, via the informal institutions of *keiretsu*, via quality control mechanism (often supported by regional technology centers) (Ruigrok, Tate 1995), multiple sourcing strategies, open cost accounting, supplier associations, and the like.¹² One relationship in this supply struc-

12 For a longer list, see Ruigrok, van Tulder 1995, pp. 81 ff.

ture deserves further explanation. It has often been suggested by Western observers that the Japanese automobile supply system also involves single sourcing. This is only partly true; multiple sourcing still dominates the bargaining relationship with most first-tier suppliers, contributing to the car producers' structural control. The exception, however, is important: single sourcing takes place in strategic components, such as large complicated systems that require massive investments in tools, transaxles and electronic fuel injection systems, and engine computers, but to a lesser extent for simple parts or low-value-added materials (Womack et al. 1990, p. 154). Structural control of the supply structure is further aided by particular bargaining arrangements with company unions, company-loyal local governments (particularly clear in Toyota's hometurf, not accidentally renamed "Toyota City") and closely related industrial banks, which provide relatively easy access to sources of inexpensive capital.

In general, the relationships constituting the institutional setting of the Japanese car industry have been heavily influenced by the core firms themselves. In particular, vertical *keiretsu* such as Toyota and Nissan (as opposed to firms belonging to horizontal *keiretsu* such as Mitsubishi Motors and Mazda) have been most effective in forging a stable, but nevertheless flexible, supply infrastructure. Because the core firms exercise structural control over such a large number of firms, the national governments have limited room to maneuver in the formulation and to implement effective policies. Consequently, after long consultations, the renowned "visions" of MITI closely followed the interests in particular of Toyota and Nissan.

Suppliers of strategic inputs thus might be able to attain a certain degree of interdependence or even relative independence vis-a-vis the end producer. Often these suppliers are themselves large electronics firms or multinationals, which supply other clients as well. Consequently, some Japanese car firms have tried to limit their dependence on strategic suppliers outside their own group, for example, by concluding long-term and exclusive procurement relationships with major electronics firms. Toyota has struck long-term procurement deals with large suppliers such as Toshiba, Fujitsu and Matsushita Communication Industry, while Nissan has concluded similar deals with partner Hitachi. Honda has deals with NEC and Oki (Ohta 1991).

In order to reduce their dependence on suppliers, including external supplies of core components, in particular in electronics, Honda, Nissan and Toyota have started to develop more in-house expertise. This might re-

duce their innovative capacity for large technological changes (see below). Mazda and Mitsubishi generally maintain close relationships with suppliers of strategic components in their own *keiretsu*. While within the *keiretsu*, single sourcing poses less of a control problem, the suppliers may have to divide their loyalty between different clients within the group to which they all have to be loyal. For a decade, this control problem has been experienced in electronics; it is a more recent phenomenon in chemical inputs. As chemical inputs emerge from low-value-added inputs to more strategic car parts, Japanese chemical firms may have to emerge from a dependent, multi-sourced situation to become a single-sourced supplier that can influence its customer's technological development. Alternatively, the car assemblers may have to dedicate more scarce resources to in-house development and production. Neither prospect may be tempting for the core companies. This shift underway in the Japanese chemical industry will be further discussed in section 4.

2.3 German Cars: Mixed Control Strategies

The European car industry is dominated by the German car industry, making it the most relevant case for an analysis of the chemistry of the European car industry. By the mid-1980s, the value of German car production represented over 48% of the total output of European Union producers; the volume of German producers of car components represented 45% of total European output (Ludvigsen Associates 1988). A considerable part of Europe's technological capacity in the car industry is located in Germany, with particular strength lying with a small number of strong suppliers. Component industries in Germany account for twice as many patents as the assemblers, or over two thirds of all German auto patents (Jones 1988, p. 1 and 7). Robert Bosch as a supplier of car components needs to be mentioned separately: Bosch accounts for one third of all patents in Germany, which is more than any of the German assemblers. In comparison, Nippondenso, Japan's largest auto supplier and not much smaller than Bosch in terms of overall sales (while being structurally controlled by Toyota), only accounts for 4% of all Japanese auto patents. This indicates that in Germany large component suppliers like Bosch are in an independent position. It also gives us a hint that the limited number of really influential suppliers in Germany are far more difficult to control (even if the car assemblers would desire so) than in the case of the Japanese car indus-

try, with its large number of smaller suppliers (although accounting for a very large share of the patents and of R&D expenditures.

Many German supply firms diversified into other industries and became even more independent. Aside from electronics, maybe the most extreme example is the German chemical industry, for which auto supplies represent only a small fraction of their market – at most 30% – despite the increased importance of chemicals for cars. This creates an "exit option" as it is dubbed by Hirschmann: a firm has the possibility to move out of the dependency relationship without fatal repercussions for its continuity (Hirschmann 1970).¹³ In a thorough study of the car supply sector in Germany, Dankbaar gives a number of interesting examples of car suppliers that have made use of this exit option when they found auto makers' demands unacceptable (Dankbaar 1989, p. 10; see also Doleschal 1989).

Unlike in the U.S., the relatively independent position of many actors in the German car industry has not resulted in antagonistic relations. In the end, assemblers and suppliers in Germany can perhaps best be considered as *interdependent* actors, not least because of the fact that after the complete annihilation of the industry in World War II all the German actors directed their efforts towards a rapid reconstruction of the industrial base. This process could largely make use of the old "corporatist" structures developed (for different goals) under Nazi rule. Michel Albert has called the German version of corporatism "Rhineland capitalism", a form of capitalism fundamentally different from the prevailing Anglo-Saxon form (Albert 1993). In "Rhineland capitalism", the bargaining and dependency relationships in the car industry vis-a-vis regional governments have acted as role models for many other institutional arrangements in the Federal Republic of Germany. In particular, the role of industrial banks such as Deutsche Bank in acting links between the interests of suppliers and assemblers cannot be underestimated. Deutsche Bank has minority interests in both Daimler-Benz and Robert Bosch for instance. German industrial banks often have more substantial shareholdings in industrial firms than, for example, Japanese industrial banks. This increases their direct control over the industrial firms but at the same time makes them more vulnerable when problems arise with the assemblers.

13 For an application of the Hirschmann dichotomy to the car industry, see Helper 1990.

The extent of this form of German "meso-corporatism" can be illustrated by the fact that there is no separate organization of auto parts suppliers in Germany, evidence of the closely knit network of assemblers and suppliers.¹⁴ The German Automotive Association (Verein Deutscher Automobilhersteller, VDA), for example, organizes both assemblers and suppliers on a national scale in negotiations with the federal government and sectoral trade unions like the IG-Metal.

The equity in bargaining positions has also resulted in a more even distribution of profits. For most of the 1980s, a profit hierarchy as found in the U.S. and all other parts of Europe, did not exist in Germany between assemblers and first-tier suppliers (Boston Consulting Group 1990, pp. 193 ff.).

A complimentary explanation for the phenomenon of profit convergence in Germany is the strength of the metal trade union to bargain for national or sectoral deals covering the whole supply structure. The institutional arrangement, in Japan, of company-oriented unions in the core firms and no unions in the lower tiered supplier firms, has contributed to large differences in profit margins. An important result of this particular institutional setting has been that the Federal government can often act as a broker between the various interest parties, not least because German trade unions as well as industrial banks hold such a strong bargaining position vis-a-vis industry.

2.4 Conclusion: The Chemistry of Dependence and its Consequences for the Locus of Innovation

Table 2 summarizes the chemistry of dependence as it has developed in the three countries with the most important car sectors. Although the above elaboration was made with special emphasis on the car industry, the institutional picture holds for many industries in these countries (see Ruigrok, van Tulder 1995).

The institutional setting is accompanied by – and facilitates – a particular distribution of R&D expenditures in the car industry. Because even the

14 For a concise elaboration of the concept of meso-corporatism, see Wasserberg (forthcoming); see also Cawson 1985.

Table 2: The Chemistry of Dependence in three Countries

country	strategic orientation of car assemblers	bargaining position of outside suppliers	"chemistry" of the relationship	bargaining position of government
United States	direct control: vertical integration (mass markets)	either directly owned subsidiary or trying to remain as independent as possible	mutual distrust: arms-length	weak or strong, depending on policy area
Japan	structural control: vertical deintegration (mass markets)	dependent	car-dominated: hierarchical	relatively weak (depending on cooperation of car firms)
Germany	mixed control strategies (mass and specialised production)	relatively independent	coalition	relatively strong due to tied interfirm power relations

largest manufacturers have difficulty keeping up with technological progress in all relevant areas (due to the high R&D costs involved in developing each single technology), the "locus" of R&D expenditures and of innovation becomes an increasingly strategic consideration. More than ever, the technological capabilities of the whole car complex (including core firms as well as first-tier suppliers) determine the competitiveness of the industry. In R&D projects, the *combined* efforts of an assembler and its suppliers make up an increasing proportion of R&D (see Ruigrok, van Tulder 1991). It is clear that the differences in meso-institutions run parallel with the differences in R&D location in the car industries in the three countries. The explanatory potency of the dependency analysis of institutions, therefore, can be considered high. In countries where the assemblers dominate the supply chain, their R&D expenditures tend to be higher than those of the suppliers. In case the assemblers have more structural control over the suppliers, however, they can trigger high R&D expenditures with their suppliers as well. In case of more direct and open control strategies, the distrust of the suppliers – and their relatively low position in the supply chain – makes them more hesitant to invest in R&D. The burden of design in the American car industry therefore lies more with the car manufacturers. Finally, if institutions are of a more

mixed nature, the R&D expenditures will be more evenly spread between assemblers and suppliers. The German case provides a very interesting example because the suppliers tend to invest more in R&D even than the assemblers. In such a system the bargaining position of the government, however, can also be relatively strong, although always aimed at reaching consensus between the different groups in society. In Japan, governmental involvement in setting up institutions remained relatively weak. Only in areas of diffusion of technology towards upper tier suppliers, the government had a facilitating role. In the United States the antagonistic relations between various societal groups have also lowered the effectiveness of the government in diffusion of technologies, and in making assemblers collaborate with each other. In case the American government wants to stimulate particular R&D schemes it has to come up with the scheme itself. The low degree of effectiveness of these kinds of institutions form an important ground for the generally lower level of spending on R&D in the United States as compared with Japan and Germany.

Further (re)interpreting the findings of Clark and Fujimoto, we can now see that in the case of Japan the high degree of "black box engineering" is not necessarily an indication of high degrees of "trust" or "cooperation". A closer look reveals that the large majority of black box engineering in Japan is so-called "delegated development". This implies that the assembler still has significant control over the components delivered. Only 8% of Japanese deliveries contained supplier proprietary design, which means that Japanese component manufacturers usually do not own the rights of the very components they supply. In other words, "black box" engineering Japanese style requires institutions of structural control more than trust or cooperation. As already mentioned, Clark and Fujimoto analysed a lower share of black box engineering in Europe (in particular Germany), but they also observed that the share of supplier proprietary design is relatively higher, reflecting European suppliers' more independent position and a practise of "double bidding" due to a greater competition among suppliers. This mirrors the mixed control strategies and coalition-oriented institutions that evolved in Germany. Finally the extremely high degree of in-house R&D with the assemblers (81%) in the United States is easily understood because of the antagonistic bargaining relations. The latter can be further illustrated with the finding of Clark and Fujimoto that of the already very low share of 19% outsourced engineering, only one sixth is on the basis of supplier proprietary design. The high level of vertical integration due to the direct control strategies of the core companies in the Unit-

ed States car industry therefore implies a tremendous concentration of R&D expenditures at the Big Three and a relatively weak bargaining position for many suppliers.

The above drawn picture of the chemistry of dependence, resulting in the subsequent location of R&D in the supply chain, has fundamentally contributed to the past competitive success of many Japanese "lean" producers, has facilitated the structural problems of American competitiveness and helps underscore the generally mixed picture that has developed of German (industrial) competitiveness (see Womack et al. 1990).¹⁵ The following question now becomes relevant: can these relative positions be sustained? An answer to this question requires an assessment of recent technological and regulatory changes in the car industry. In particular, the role of chemical inputs seems to become vital. To the extent that chemical firms themselves are bound to play an increasingly crucial role in their respective national institutional structures, the nature of their integration into the car making process promises to pose some substantial adjustment problems for car manufacturers trying to maintain their technological and organizational independence, if not dominance.

Depending on the existing dependency patterns within the institutional arrangements, the outcomes may vary significantly in each of the three countries. In the next section, in an attempt to answer these questions, we will look more closely at the nature of technological change in the car industry, as well as the effects of development on chemicals upon the car industry.

3. Factors of Change: The Growing Importance of Chemicals and Related Control Problems

Several decades ago, a car could be put together with a few handtools. Today, its assembly requires not only the coordination of advanced machinery but also the input from a wide range of industries, among which the electronic and chemical industries have become two of the most crucial

¹⁵ See also the studies by the German car industry itself: VDA which since the mid-1980s has stressed that the German car industry is outcompeting itself, amongst others due to high wages.

suppliers.¹⁶ While the electronics industry has been a substantial supplier for several decades, the chemical industry more recently has evolved from a supplier of aesthetic interior parts to a supplier that might substantially affect the pace and direction of automobile development. Chemical inputs, for example, allow the simplification of both cars and production processes and more frequent changes in the range of models supplied (Amendola 1990, pp. 485 ff.). The way in which the relationship between the chemical and the car industry can be shaped in the immediate future thus will become an increasingly critical factor of success in international competition.

Substantial technological change has been underway in the automobile industry since the threat of slowed-down growth rates in the aftermath of the oil shocks of the 1970s began to undermine the future of the industry. Since most of the price increases of the oil shocks were transferred to the consumer, the response was reduced car sales. This led the car industry to direct development toward an increased fuel efficiency by increasing power supplied by a given amount of fuel, reducing vehicle weight and improving aerodynamics. Aside from fuel efficiency, issues such as durability and impact strength guided the penetration of plastics during the 1970s. The ability to shape plastics, unknown for steel, allowed for the integration of components during the design process, not only as separate parts tacked onto the car body, as had been the case during the previous decades. Moreover, the ability to mold several car parts into one had led to a simplification of the production process. As a result, assembly and tooling costs could be decreased, while automated production could be increased.¹⁷

Not until sometime in the 1980s, however, did this technological change accumulate to become so significant as to threaten the existing dependencies between car makers and their suppliers. The overall level of R&D spending in the car industry increased rapidly.¹⁸ As new materials, such as

16 For the purpose of this paper, the term chemical products refers to a selection of relevant chemical process products, including plastic materials and synthetic materials (SIC 282), paints (SIC 285) and organic industrial chemicals (SIC 286). We exclude pharmaceuticals and agricultural chemicals.

17 Tooling costs for stamping plastic components are estimated to be 30% to 70% below those of steel parts (Amendola 1990, p. 489).

18 In 1988, Japanese car makers spent six times as much on R&D (in constant 1988 US dollars), as they had twenty years earlier whereas the European manufacturers spent three times as much. American firms dedicated around two

plastics, not only become substitutes for metal inputs but affect the overall design and production process, technological developments in the car industry are coupled with those in the chemical industry. To the extent that the chemical industry is yet constrained to the back seat of technological advances in the car industry, it will push for the better seat by leaps and bounds. However, particular institutional settings make this more likely to happen in some countries than in others, adding to present restructuring problems and influencing the choice for particular technological trajectories, and (perhaps) hampering the learning interaction taking place. The latter could imply that the business leaders of today find it very difficult to sustain their lead due to a lack of flexibility of the institutions they themselves helped create.

3.1 The Growing Impact of Chemicals on the Car Industry

Progress in the car industry will increasingly be tied to progress in the chemical industry. This section will illustrate the growing impact of chemicals on the car industry. It sketches out the present chemistry between car and chemical firms, and assesses the difficulties created by the continuation of anachronistic institutions governing these relationships.

A threatening stagnation of the world market followed by the oil shocks of the 1970s caused the automobile industry to overcome declining sales by relying on fuel-efficient technologies. Since then, the range of chemical inputs has expanded significantly. Progress in composite and polyethylene-based technologies has allowed aesthetic parts to be incorporated into automobiles, and chemical products to substitute for structural components. The outcome for the car industry of these developments will depend on (a) appropriate progress in the chemical industry, and (b) the effective integration into car production. What will amount to a series of incremental changes in the car industry through increased penetration of plastic inputs represents a significant shift in the relation of chemical producers to their car customers.

Advances in the chemical industry will prove crucial in helping the car industry meet the technological challenges of the future. Already, plastic

times as much to R&D in 1988 as they had in 1967 (Womack et al. 1990, p. 133). Of course, Japanese R&D in 1967 was still at a very low level, which makes a comparison with European and US car makers somewhat biased.

products have improved their performance range to include recyclability and reparability. As a result, their applications in cars have increased significantly. The chemical producers are able to impact what a car can do and what it can or should look like. As a result, plastic parts perform more than one function, and plastic parts shape whole parts of a car, not just single panels.

Three phases of plastic inputs into cars can be identified. First, in the early 1970s, plastic inputs were used for structurally insignificant but stylistic interior parts. These plastics included conventional polymers such as styrene, polyolefins, PVC or polyurethanes. The second phase, starting during the late 1970s, included plastics based on more advanced polymers with sophisticated electrical, mechanical and thermal properties – so-called engineering plastics or composites. These products were applied to car exteriors, including bumpers, some body panels such as the hood or tail-gate, side fascias, air filters and intake manifolds (Amendola 1990, pp. 486 ff.; see also U.S. Department of the Interior, Bureau of Mines 1991, p. 5.4). The current area of application – the third phase – is to the chassis, which represents a strategic part in the car; design and planning. We are observing the continued penetration of plastics into the body panels but, more importantly, into structural components such as the floor, drive shaft or leaf spring. Currently, the most important ones include polyamides, thermoplastic polyesters, polyacetals, polycarbonates and polyphenylene.

With regard to technological innovation, the chemical industry therefore faces some significant challenges, resulting from a combination of environmental regulation (discussed below), competition among chemical-related materials, such as engineering plastics or composites and competition from other substitutes for steel, such as aluminum, and the demand these challenges impose on technological development within the chemical industry itself. The challenges that the chemical industry must overcome in order to become a more crucial supplier include the following:

- (1) Plastic parts lack strength and stiffness, which so far has been compensated for by thickness. This shortcoming has obstructed the mass production of such parts as light-weight plastic engines (ibid., p. 2.8).
- (2) Plastics are still less able to absorb heavy impact as their elasticity modules are far below that of steel.

(3) For plastics to be used for major body parts, they will need to be more paintable so that they are completely repairable (ibid., p. 6.8).

Innovations in plastic technology for cars reveal a path of incremental improvements, starting with the substitution of plastic for metal and moving to the supply of entire car parts. Significant, if not radical, innovations in the chemical industry may allow a radical breakthrough in this customer industry: a steel car may be replaced with a plastic one.

3.2 The Chemistry of Dependence in Chemical-Car Relations

The chemistry of dependence between the chemical and car industries resembles the relationships analyzed in section 2. In both Germany and the United States, we find that chemical firms have a low dependence on sales to the car industry. To a certain degree, this low dependency is a result of the long-standing tradition that both industries have in their respective nations, enabling them to develop their own technological expertise with which to enter the relationship with each other. In Japan, the chemical industry has developed as a lower-tier supplier to the car industry in a structurally controlled, and therefore highly dependent, position.

DuPont's involvement in GM presents an interesting case of the dependency relationship between cars and chemicals. In the early days of GM, DuPont was an influential player, supplying much of GM's capital and thereby putting GM in a dependent position. Put simply, GM could be viewed as a capital investment of DuPont. As early as 1917, DuPont owned shares of GM, which grew to about 37% by 1922 and leveled out around 26% until the early 1960s. In 1962, the Department of Justice required the total divestment of GM shares under the anti-trust laws. The divestment was completed by 1965.

Aside from a long-standing tradition of both industries, the low dependency in the U.S. is also the result of cars being a significantly smaller market than the Pentagon for many plastic products. In fact, many products supplied today to car firms are spillovers from products developed for the military markets. Composite materials is the most prevalent example (Spitz 1988, p. 215). As such the car market for large U.S. chemical firms such as DuPont and Dow, has ranged between 15% and 20% for the relevant products over the last decade (Chemical and Engineering News, va-

rious issues). This percentage might change for two reasons. First, with the decreased military market, commercial markets can be expected to drive technological development and absorb a larger portion of production. Moreover, considering the increased role of chemical inputs into cars and the recent boom in car sales, the car market may soon become more significant for U.S. chemical firms.

In Germany, a similar picture emerged. The three large chemical firms, BASF, Hoechst and Bayer, all have supplied between 15% and 30% of relevant products to the car industry over the last decade. Since the military has not been a significant force behind technological development in the industry, cars absorb a slightly higher percentage of chemical products than they do in the United States, making the relative position of German chemicals vis-a-vis the German car industry approach one of interdependence.

The chemical industry in Japan is characterized by a high degree of fragmentation (within Mitsubishi alone, there are five chemical firms competing for the same markets), by a fragile financial base, and by an undistinguished scientific knowledge base (Itani 1991). Long deprived of governmental assistance to build up a strong scientific knowledge base and long stuck among the lowliest of *keiretsu* members, the chemical firms have failed to even come close to what their U.S. or European pendants have achieved – technological and financial independence from their customers, which would put them in a strong position vis-a-vis their car customers. As such, the Japanese chemical firms have emerged as suppliers that are highly dependent on their customers for technological development, financial assistance for the acquisition of equipment and for markets.

As plastics are increasingly used in automobile technology, the car firms have taken it upon themselves to develop the required chemical technology. All of the five big car companies have their own chemical R&D labs out of which they specify the plastic products to be produced by the chemical firms. As a result, the chemical firms act as "mixers" of chemicals, not as developers of technologies, in contrast to their Western counterparts. Not much technological skill is involved in stirring together chemicals according to a car maker's specifications. Fierce competition among the chemical makers for the contracts has led to multi-sourcing by the car firms, leading to very high dependency upon car sales.

There is not much difference between vertical and horizontal *keiretsu*, with chemical producers depending for up to 75% of their sales upon the car markets (ibid.). In contrast to both Germany and the United States, this dependency can be attributed to the late start that the chemical industry received with regard to governmental assistance or even to intra-*keiretsu* assistance for financing and technological development. In the post-war period, steel firms in Japan have enjoyed much more independence from the car business than have chemical firms. Since the 1950s, the Japanese steel industry has been surrounded by favorable government treatment in targeting and restructuring practices, thereby helping it to differentiate production, enter as well into the production of finished products and retain a higher degree of independence vis-a-vis upstream core assemblers in a large number of industries (Yonekura 1990). Policies to assist the steel firms financially, to aid in the access to foreign technology and technological know-how and to allow the formation of cartels made steel firms internationally competitive by the 1960s in crucial steel technologies. Much of the strength of steel producers vis-a-vis the government and its customers needs to be attributed to their competitive position in the prewar international economy – a position that the Japanese chemical industry lacked entirely and is only now struggling to establish.

3.3 The Locus of Development for Chemical Inputs

Turning to the three important inputs mentioned in section 3.1, the locus of their development mirrors the overall dependence of cars and chemicals firms in all three nations. Table 3 shows where the strategic parts were developed.

First, table 3 exemplifies the extreme strategic importance attached to the production of floors. All car assemblers still define their platform strategy (and the related floor producing capabilities) as a core capability and prime weapon in international competition, and therefore have sustained their own in-house capability.

Second, while there is no significant discrepancy among and between German and U.S. firms, the difference is clear in the Japanese case. Here, all relevant developments to date remain located with the car maker, equally in vertical and horizontal *keiretsu*. This illustrates the innovative weakness

Table 3: Locus of Development of Chemical Inputs into Automobiles

	Dashboard	Bumper	Floor
German producers: • Volkswagen • Mercedes-Benz • BMW	supplier supplier supplier	supplier supplier/in-house supplier/in-house	supplier/in-house supplier/in-house supplier/in-house
U.S. producers: • General Motors • Ford	supplier supplier	supplier supplier/in-house	supplier/in-house supplier/in-house
Japanese producers: • Toyota • Honda • Nissan • Mazda • Mitsubishi	supplier in-house in-house in-house in-house	in-house in-house in-house in-house in-house	in-house in-house in-house in-house in-house

Source: Plastics Age, various issues; Japan Chemical Week, various issues; interviews with German, Japanese and US car firms

of the Japanese chemicals suppliers, due to the fact that the institutional arrangements of structural control had put these actors in lower-tiered – and thus dependent – positions. Only Toyota has been able to outsource to suppliers the production and development of a relatively low-tech input like the dashboard. None of the other Japanese car producers have been able to do so, while the European and American producers without exception have been able to profit from the "black box" engineering of their more innovative suppliers.

In chemical inputs, therefore, the general picture presented by Clark and Fujimoto attributing important competitive advantages to the possibility of Japanese car manufacturers outsourcing substantial parts of their development to suppliers needs considerable readjustment. The picture is drawn in terms of the chemistry of dependence in the three countries; however, it neatly applies to the car-chemical relationships.

When it comes to production of the plastic parts, there is so far no in-house capability in any of the three countries. Both in Germany and the U.S., plastics are supplied by relatively independent original equipment manufacturers (as discussed earlier). This includes GM and Ford, which still source out many other car parts to affiliated suppliers. In Japan, the production of these parts is sourced out to affiliated suppliers, except in the case of Honda, which has no formal supplier group and instead has the parts supplied by independent manufacturers.

As plastic parts become an increasingly strategic element of the automobile, their loci of development *and* of production become crucial control issues for automobile producers. How much can be outsourced without losing control over the technology that goes into those strategic plastic car parts? In the end, this is a question of balancing cost issues (which in the past dominated the issue of outsourcing) with control issues (which arise the moment the outsourced part assumes a strategic role in the final product) (see Jorde, Teece 1989).

Aside from the technological issues, the car and chemical industry face a number of challenges with regard to the operationalization of integrating more chemicals into the car making process. These issues have the potential to significantly alter the existing dependency relationship between car and chemical firms.

Because improvements in the plastic technology for cars in the U.S. and Germany come primarily from the chemical industry, the car assemblers are challenged to develop the technical skills that are required to effectively exploit those new technologies. As yet, most automobile engineers and designers in those countries are trained in metal-mechanical skills, and still have to acquire the skills necessary to include plastic components in their plans and to develop the appropriate CAD programs.

In Japan, on the other hand, the required technology continues to be developed within the car assemblers themselves, which, at least for the time being, means that the skills required for effective exploitation are available to the car makers. In the long run, however, this in-house development can represent a considerable obstacle to the further penetration of plastics technology, as car makers may encounter limits to the amount of expertise they can acquire through in-house development. The issue is how much expertise can be developed in-house that might not be better left to a strong, technologically highly advanced chemical industry.

In sum, whereas the German car complex already developed the appropriate consultative institutions, the American car assemblers have considerably more difficulties in combining their inclination for direct control with the new reality of increased chemical know-how. The old institutional setting of direct control creates additional and considerable adjustment problems for the American car assemblers. Likewise, the old institutional setting of structural control in Japan creates considerable adjustment problems as well. The next two subsections take a closer look at these "control dilemmas", innovation paradoxes or – to put it in other words – the problem of continuing relatively anachronistic institutional relations.

3.4 Paradoxes of Direct Control in the United States

In a domestic environment still dominated by adversarial supply relations (a legacy of the past?) and penetrated by Japanese transplants that are emulating their national supply chemistry abroad, there are many barriers for U.S. car makers to change their supply relations in a direction that would decrease their control but perhaps increase their degree of innovation. In such an environment, direct control often represents a more logical strategy to overcoming antagonism in the short term, but may prove self-defeating in a longer term. This is one of many control paradoxes the U.S. car industry is faced with in its relations towards suppliers.

The most fundamental control paradox for U.S. car companies is how to enhance the role of non-captive suppliers, such as the large chemical firms, in view of (1) the relatively limited base of independent and innovative suppliers in the U.S. national car system, (2) the necessity to prevent dependence on strategic, non-captive suppliers that are not under control, and (3) the fact that these suppliers are often diversified conglomerates that will not allow themselves to become encapsulated in a network of structural control comparable to the Japanese networks. For these reasons, the Big Three may see no alternative but to sustain high levels of vertical integration.

As Richard Lamming noted, no American car maker seems to have the intention to "lose control over any part of the vehicle technology" (Lamming 1989, p. 11). This is an illustration of the continued inability of American institutions to provide an open bargaining environment in which actors can share technological know-how and interact on the basis of longer

term relations. In reaction, the big car producers are unlikely to divest from the development and production of key components and materials. Neither have the car producers been willing to give up their privilege to switch from one supplier to another (a privilege frequently used, creating sustained mistrust). Ford, for instance, uses a so-called "inferior technology escape clause" that allows it to switch suppliers before the end of the contract if another firm comes up with a technologically superior product (see Helper 1991, pp. 15 ff.). The much heralded Ignacio Lopez, procurement director with GM before his highly-publicized transfer to Volkswagen, used many of these techniques to squeeze short-term profits out of suppliers, contributing to long-term distrust already so much ingrained in the American chemistry. Recent research of Susan Helper reveals mixed progress in this respect: with General Motors' strategy of extreme cost cutting leading to lower commitment from the suppliers (the "Lopez effect"), and some – albeit limited – success with other American car manufacturers (Helper 1994). Only the Japanese transplants have created a really different relationship with their suppliers. However, other than calling this a trust or "voice" relationship, as Helper is inclined to argue, we would prefer to dub this type of relationship one of structural control.

The suppliers' fear that the car makers might appropriate their design and research efforts without sufficient remuneration to develop next generations of technologies is nurtured by these efforts. Strong and independent suppliers get a powerful impetus to offer these car firms only second-hand technology, take their best technology to other car makers or even stop developing components for core firms altogether.¹⁹ The fear of being drawn into an unfavorable dependency relationship with car makers can even lead to a withdrawal from direct supplier relations with particular innovative suppliers, in the same manner that some of the most innovative suppliers started to withdraw from contracts with the Pentagon in the 1980s. General Electric's plastics division, for instance, retreated voluntarily to a second-tier status and started to supply resins to specialized component manufacturers rather than be directly dependent on the car assemblers. On the other hand, in the strategic area of design engineering, the auto makers remain eager to maintain direct contacts with GE.²⁰

19 For examples of this mechanism in the case of General Motors, see Business Week, October 19, 1992.

20 Information gathered in an interview with Dan Lura, Industrial Technology Institute, January 1991.

3.5 Paradoxes of Structural Control in Japan

Since the mid-1980s, a new development is underway in the dependency relation of cars and chemicals in Japan. With the role of chemicals becoming increasingly strategic for cars, automobile firms are reaching the limit of how much of the appropriate technology can be produced in-house. To prevent falling behind the ongoing integration of chemical technology and its firms in the production process in the U.S. and Europe, it were car firms that joined MITI's efforts to get more heavily involved in establishing a firm scientific knowledge base in chemicals.²¹ While dashboards and even car bumpers required limited basic knowledge, the development of car floors and other strategic inputs cannot be achieved by shortcutting technological development and importing the necessary technologies. Products such as car floors require a more fundamental understanding of the underlying chemical processes (Amendola 1990, p. 493).

In response to the car firms demands, the chemical industry in the early 1990s became one of the high-tech industries that the Japanese government declared crucial for international competitiveness. Joint R&D projects, in which both car and chemical firms are involved and which are orchestrated by MITI, followed. With the acknowledged necessity to establish a strong chemical supplier industry, the chemical firms, though still financially strapped and lagging behind in much of the relevant technology, have gained a better position vis-a-vis their customers.

Despite the better-than dismal prospects for the Japanese chemical industry, the above-described strategies in pursuit of international competitiveness impose a series of paradoxes upon the national bargaining institutions. First, the dependence upon other industries and the government to determine the direction, timing and extent of basic research in chemicals poses a particular problem for the chemical firms since most chemical-processing industries take up to 25 years from development to production. Even if there is now a concerted effort to support the chemical industry, the delay gives non-Japanese chemical firms a considerable lead, and it will be very difficult (and very costly) to catch-up.

21 For example, witness the cooperation among car firms, MITI and chemical-related firms in such ongoing projects as the Research and Development Program on Basic Technologies for Future Industries (JISEDAL Program) which was enacted by MITI in the early 1990s. MITI, Research and Development Program on Basic Technologies for Future Industries (JISEDAL Program) (Tokyo: MITI, various issues).

Second, as chemical inputs become strategic to the car body, Japanese car firms abroad may soon be faced with supply problems, as, so far, no second-tier suppliers have joined the car industry abroad. This will make it difficult to establish a structural control relationship abroad. It also could pose problems for the assemblers when they have to find comparable local suppliers, not many of which can be expected to enter a relationship of dependence as did their Japanese counterparts in Japan.

Finally, the joint efforts of customer industries and MITI to start supporting the chemical industry influence the national bargaining institutions in the car industry in yet another direction. In the 1980s and 1990s, MITI's institutional role has not been without problems. MITI has become the enforcer of the quota, agreed upon with the European Union and the United States as "voluntary" export restraints. A firm like Honda particularly has suffered from the quota allocation of MITI (it is often last in these allocations, due to a lack of domestic bargaining power). The shift in MITI's role made its position more disputed and stimulated some of the car assemblers to evade MITI's influence.

Therefore, the dependence of car makers on the government for assistance in promoting one of their supplier industries, such as chemicals, can be expected to reinforce the bargaining position of MITI (as well as of the chemical firms) towards the car assemblers. But this in turn might weaken the influence of the car assemblers on the formulation of government policies, in particular in the strategically perhaps more vital area of trade policy.

4. Speculating on a Possible Outcome: Control Paradoxes and their Impact on an Effective "Greening" of the Industry

We can take the above arguments one step further and look at the impact of anachronistic institutional practices on the wider topic of environmental regulation. Note that this part of the analysis is more speculative and less supported by detailed material.

Environmental regulations influenced competition among individual car makers. The U.S. – particularly the government of the state of California – decreed strict rules on emission norms and on the use of less polluting,

alternative types of fuel, thereby following the general model of antagonistic relations. In Japan, exceptionally strict inspection rules – developed in close consultation with the car manufacturers themselves – helped car assemblers to speed up their product cycles, introduce new models every three or four years, ultimately contributing to the general competitiveness of Japanese car makers abroad. Industry objectives and government policy still run hand in hand in Japan. Many Western governments on the other hand have stated objectives to include recycling costs in consumer prices, forcing assemblers to look downstream for other material inputs. The German government has drafted legislation to oblige car makers to collect and recycle used cars.

Most of the governmental regulations have thus been met with stepped-up R&D efforts and the development of more fuel-efficient engines, integrated catalysts, and lighter, recyclable materials (ibid., p. 6.24). These challenges resulted not only in the attempt by most car makers to effectively integrate the new materials and their suppliers into the production chain, leading car assemblers to embark on several joint projects to develop alternatives for environmentally friendlier inputs. The regulations also led to the stepped-up competition among suppliers to outcompete each other for materials suitable to meet regulatory demands. The research into new inputs is increasingly characterized by competition among suppliers for the substitution of steel and cast iron.

While the share of chemicals is expected to increase continuously, aluminum too has become a viable alternative. Aluminum usage by the car industry is expected to more than double, from 2.4m tons in 1990 to 5.7m tons in 2006, according to the Commodity Research Unit (Financial Times, February 18, 1993). However, the "greening" of the production process itself has received less attention. Volvo seems to be one of the few firms engaged in this field. Based on its cooperation with ICI, for example, Volvo is planning to use water-based paints in a completely new production site.

As might have been expected from the above institutional analysis, the reaction of U.S. car makers to the California "electric car" regulation was defensive. This law, adopted by the California Air Resource Board in 1990, requires that by 1998 2% of all cars sold by the major auto makers emit no pollution. Building the car was not the problem. All major U.S. car makers have achieved that much; and so have their European and Ja-

panese competitors.²² The problem, instead, became how to sell the electric cars: "While Chrysler executives called their mini-van "state-of-the-art" for electric vehicles, they declared that the art was miserable" (New York Times, p. C1 and C2, May 6, 1994). Car makers expected that neither the car's performance nor its range nor its cost would meet customers' expectations.

One of the most important reasons that the electric car regulation has led to such pessimistic response by U.S. car makers and to the production of a car that is neither efficient nor cost-effective, (again) lies in the continued adversarial relationship between car makers and their suppliers. Development of chemical inputs for cars, as mentioned earlier, is not done jointly with suppliers, parts are bought from independent manufacturers. Such disjointed development in the absence of government involvement to coordinate cooperation among the two industries might have proven suboptimal to meeting the demands imposed by regulation in a satisfactory manner. Consequently, the deadline of reaching a specific volume of electric cars sold by 1998 became postponed in 1996. Some commentaries already note that the postponement of the implementation of the law might be the first phase of its complete abolition.

Similarly, the nature of the dependency relation in Japan between cars and chemical firms might also have contributed to a less-than-perfect outcome. Here it could be argued that the lack of expertise within the chemical industry and the limits reached by the in-house research of the car firms might have prevented the car industry from producing a functional electric car.

In Germany, finally, meeting governmental regulation related to the use of new materials seems to be a more amicable, possibly more successful, process. Much as was the case with other suppliers, chemical firms have closely cooperated with car firms, for example, in the production of recyclable cars. Both VW and BMW have come up with such a car. There is a striking reason for this apparently more harmonious relationship with regard to meeting governmental regulation: from the beginning chemical firms and car firms were involved in the drafting of relevant regulation. The coalition of chemical and car firms and government designed a regulation system that requests car firms to take back cars when they are to be

22 In fact, the Japanese firms have been engaged in large-scale electric car development projects since 1971 (see Tanaka 1989, p. 363).

wrecked or recycled. This regulation has been especially effective for (a) those car firms that have full recyclability and (b) those car firms that have remanufacturing and wrecking capacities. Not surprisingly, the Japanese car manufacturers were not content with the regulation: they would have to invest enormous additional sums in recycling capacity or bargain with German wreckers. The Japanese car firms consequently reproached the German car complex (including the car firms and the government) to have created non-tariff barriers.²³

In sum, the penetration of chemicals into the car industry has necessitated that car makers cooperate with the chemical firms in R&D (which is now being done in Japan) and even in the design of regulation. Where these two arrangements are possible (so far apparently only in Germany), better results can be achieved than in countries where, given the national institutional arrangement, such cooperation is not as easily achieved (as is the case in the U.S. and Japan though for different reasons).

5. Conclusion: The Chemistry of International Competition in Cars

This paper has assessed the institutional arrangements as created in the car industries of the United States, Japan and Germany. It has been argued that the "chemistry of dependence" – constituting the distinct meso-institutional setting in these three countries – has had a major impact on the past strategies of the car industry. This analysis included the question of how the locus of innovation has had an effect on the competitiveness of the industry. We have also considered whether this chemistry will have an

23 For observations on the European car industry environmental strategy, see, for instance, Groenewegen 1993; Cairncross 1992.

We have to keep in mind that two big American car majors (Ford and Opel/GM) are also represented in the German national system of innovation, thus giving them the option to profit from the particular "chemistry" of the German institutional setting. For the sake of argument we have left them out of the analysis, until now. In the past, the American firms have been not very capable in transferring the knowledge acquired in Europe to other parts of their business, for example, in the United States. This is understandable, since the technological trajectories chosen in the German institutional context tend to be different from those emanating from the US chemistry, thus contributing to transfer problems.

impact on the future strategies of the national car industries under the influence of technological change.

The continuous efforts of the American car complexes to sustain control over their strategic inputs sustains a relatively adversarial chemistry between assemblers and chemical firms. This implies that the car firms tend to underutilize the knowledge base of the chemical firms, while the chemical firms tend to keep relations with the car firms at arm's length, severely hampering the exchange of information between the two actors. This inaction will become a growing problem for the American car industry if technological progress moves rapidly and change originates in other countries.

The chemistry of the American car complexes does not accelerate the learning curve for the use of new materials and chemical inputs. If this proves to be a major concern, the government (at the Federal or State level) will be the only actor capable of breaking the spell. However, due to the adversarial relations between the players and the lack of a coherent industrial policy in the United States, this seems unlikely, or possible only at a very slow pace.

The (structurally) dependent chemistry of the Japanese chemical industry vis-a-vis the car firms has been instrumental for the development of strong and innovative car assemblers. It is not clear whether this will continue. The lack of technological sophistication on the part of the Japanese chemical firms might prove to be a major obstacle for them when pitted against the innovative strength of the Japanese car complexes. Due to their relatively low status in the supply hierarchy, Japanese chemical firms have also been very slow in following their major customers to other Triad markets, i.e., to Europe and Northern America. Even with the support of the Japanese government, it might take considerable time for the chemical industry to make the required innovations. The same is true concerning the needed changes in the design of the Japanese supply structure: it is not likely that the core producers will find it easy to outsource strategic supplies to lower-tiered firms (which enables them to gain a degree of new independence).

Finally, the analysis gives evidence that the German car system seems to have the most appropriate institutional setting, i.e. it has an appropriate chemistry of dependency relations, which takes optimal advantage of technological and regulatory changes underway. This finding – although

taken from another level of analysis – corroborates with Michel Albert's claim that Rhineland capitalist institutions are an important ground for the success of the German economy in international competition. To many car industry observers this conclusion might come as a surprise though, because the German car industry is often portrayed as inflexible, not very innovative and unproductive, certainly if compared to the Japanese industry. Both the chemical producers and the car assemblers in Germany are strong and independent enough to make the necessary investments in relevant materials technologies themselves. The role of the German government can remain one of a broker between the two actors, balancing between stimuli and regulation (the carrot and the stick). As a consequence, in many innovative projects we see a large number of German actors collaborating, either in creating a common regulatory setting – for example, towards recycling strategies – in developing pragmatic solutions to the quest for new (electric) car models and in developing new supply relations as regards the strategically important input of chemicals in general and plastics in specific. This is bound to create sufficient "critical mass" to make the German car complex (including assemblers, suppliers, trade unions, financiers and governments) a forceful and sufficiently innovative competitor. This will be even more true if the chemistry of international competition continues to go beyond mere market interaction, which we expect.

References

- Albert, M.: *Capitalism versus Capitalism – Four Walls Eight Windows*, New York 1993.
- Amable, B.; Barré, R.; Boyer, R.: *Les Systèmes d'Innovation à L'Ere de la Globalisation*, Paris 1997.
- Amendola, G.: The Diffusion of Synthetic Materials in the Automobile Industry – Towards a Major Breakthrough? In: *Research Policy*, vol. 19, no. 6, 1990, pp. 485-500.
- Beije, P.: *Technological Change in the Modern Economy – Basic Topics and New Developments*, Cheltenham 1998.
- Boston Consulting Group: *The EC Automotive Components Sector in the Context of the Single Market*, vol. 1, Luxemburg 1990.
- Cairncross, F.: How Europe's Companies Reposition to Recycle. In: *Harvard Business Review*, vol. 70, issue 2, March-April, 1992, pp. 34-42

- Cawson, A. (ed.): *Organized Interests and the State – Studies in Meso-Corporatism*, London 1985.
- Chandler, A.: *Scale and Scope – The Dynamics of Industrial Capitalism*, Cambridge 1990.
- Clark, K.; Fujimoto, B.: *Product Development Performance – Strategy, Organization, and Management in the World Auto Industry*, Boston 1991.
- Cusumano, M.: *The Japanese Automobile Industry – Technology and Management at Nissan and Toyota*, Cambridge, Mass. 1989.
- Dankbaar, B.: *Problems and Prospects of the West German Automotive Components Industry*. Paper, Grenoble 1989, L'Europe de 1992: L'Industrie des Composants Automobiles, Grenoble, Octobre 5 – 6, 1989.
- Doleschal, R.: *Die Automobil-Zuliefererindustrie im Umbruch*, Düsseldorf 1989.
- Edquist, Ch. (ed.): *National Systems of Innovation*, London 1998.
- Freeman, Ch.; Soete, L.: *The Economics of Industrial Innovation*, London 1997.
- Friedman, D.: *The Misunderstood Miracle – Industrial Development and Political Change in Japan*, Ithaca 1988.
- Fukuyama, F.: *Trust – The Social Virtues and the Creation of Prosperity*, London 1995.
- Groenewegen, P.: *Diverging Environmental Strategies of International Car Producers*, Conference, Sustainable Mobility, University of Amsterdam, mimeographed, Amsterdam 1993.
- Hall, P.: *Governing the Economy – The Politics of State Intervention in Britain and France*, Cambridge, Mass. 1986.
- Hampden-Turner, Ch.; Trompenaars, A.: *The Seven Cultures of Capitalism*, Doubleday 1993.
- Hart, J.: *Rival Capitalists – International Competitiveness in the United States, Japan, and Western Europe*, Ithaca 1992.
- Helper, S.: *An Exit/Voice Approach to Supplier Relations*. Paper for the Workshop "On the Socio-Economics of Inter-Firm Cooperation", Wissenschaftszentrum Berlin, Berlin, June 1990.
- Helper, S.: *How Much has Really Changed between US Automakers and their Suppliers?* In: *Sloan Management Review*, no. 32, 1991, pp. 15-28.
- Helper, S.: *Three Steps Forward, Two Steps Back in Automotive Supplier Relations*. In: *Technovation*, vol. 14, issue 10, 1994, pp. 633-640.
- Hirschmann, A.: *Exit, Voice and Loyalty*, Cambridge, Mass. 1970.
- Itani, H.: *Nihon no kagaku sangyo – Naze seikai ni tachi-tareta no ka*, Tokyo 1991.
- Jones, D.T.: *The Competitive Position of the European Motor Industry*. Paper for IMVP International Policy Forum, mimeographed, Massachusetts 1988.
- Jorde, Th.M.; Teece, D.J.: *Competition and Cooperation – Striking the Right Balance*. In: *California Management Review*, vol. 31, issue 3, 1989, pp. 25-37.

- Kleinknecht, A.: *Determinants of Innovation – The Message from New Indicators*, Houndsmills 1996.
- Kleinknecht, A.; Bain, D. (eds.): *New Concepts in Innovation Output Measurement*, Ipswich 1993.
- Lamming, R.: *Structural Options for the European Automotive Supplier Industry*, IMVP International Policy Forum, mimeographed, May 1989.
- Landes, D.: *The unbound Prometheus*, Cambridge 1969.
- Ludvigsen Associates, Ltd.: *The EC 92 Automobile Sector, Research on the "Cost of Non-Europe"*, Basic Findings, vol. 11, Luxemburg 1988, p. 7.
- Lundvall, B.-Å.: *National Systems of Innovation – Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London 1992.
- Mowery, D.; Rosenberg, N.: *Technology and the Pursuit of Economic Growth*, Cambridge 1989.
- Nelson, R.: *National Innovation Systems – A Comparative Analysis*, New York 1993.
- Nelson, R.; Winter, S.: *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Mass. 1982.
- Nishiguchi, T.: *Reforming Automotive Purchasing Organization in North America – A Lesson for Europe?* Paper for the IMVP International Policy Forum, Massachusetts 1988.
- OECD: *Science and Technology Policy Outlook*, Paris 1993.
- OECD: *Technology and the Economy – The Key Relationships*, Paris 1993a.
- OECD: *Science, Technology and Industry – Scoreboard of Indicators*, Paris 1997.
- Ohta, F.: *Multiple Alliances, Key to Auto Success – Car Firms, Part Makers seek Best Partners for Production-Sharing Regardless of Group Ties*. In: *Nikkei Weekly*, November 2, 1991, p. 8.
- Payne, M.; Payne, B.: *The US Automotive Components Industry – A Review of Leading Manufacturers*, Economic Intelligence Unit, Special Report no. 2076, London 1990.
- Porter, M.: *The Competitive Advantage of Nations*, New York 1990.
- Robertson, P.; Langlois, R.: *Innovation and Vertical Integration in the American Automobile Industry, 1900-1940*. Paper Presented at the Economic History Association Annual Meeting, Detroit, September 24, 1988.
- Rosenberg, N.: *Exploring the Black Box – Technology, Economics and History*, Cambridge 1994.
- Ruigrok, W.; Tate, J.: *Regional Technology Centers in the Japanese Car System – Institution-building and Company Strategies*, BRIE Working Paper, Berkeley, Cal. 1995.
- Ruigrok, W.; Tulder, R. van: *Cars and Complexes*, Brussels 1991.
- Ruigrok, W.; Tulder, R. van: *The Logic of International Restructuring*, London/ New York 1995.

- Ruigrok, W.; Tulder, R. van: *Destined to be Different. Restructuring in the World Car Industry*, London/New York (forthcoming).
- Senker, J.; Faulkner, W.: *Networks, Tacit Knowledge and Innovation*. In: R. Coombs et al. (eds.): *Technological Collaboration*, Cheltenham 1996, pp. 76-97.
- Spitz, P.H.: *Petrochemicals – The Rise of an Industry*, New York etc. 1988.
- Streeck, W.: *Social Institutions and Economic Performance*, London 1992.
- Tanaka, M.: *Japanese-style Evaluation Systems for R&D Projects – The MITI experience*. In: *Research Policy*, vol. 18, 1989, pp. 361-378.
- The Economist: *Europe's Car Scam*, 24 September 1994, pp. 15-16.
- U.S. Department of the Interior, Bureau of Mines: *The New Materials Society*, vol. 3: *Materials Shifts in the New Society*, Washington, D.C. 1991.
- Wasserberg, A.: *Industrial Diplomacy – The Unfolding of Power in Industrial Networks*, Rotterdam (forthcoming).
- Whitley, R. (ed.): *European Business Systems – Firms and Markets in their National Contexts*, London 1992.
- Whitley, R.: *Innovation Strategies, Business Systems and the Organisation of Research*. In: *Sociology of Sciences Yearbook*, Krusenberg, September 1998.
- Whitley, R.: *Divergent Capitalisms – The Social Structuring and Change of Business Systems*, Oxford 1999.
- Womack, J.P.; Jones, D.T.; Roos, D.: *The Machine that Changed the World*, New York/Toronto etc. 1990.
- Yonekura, S.: *The Postwar Japanese Iron and Steel Industry: Continuity and Discontinuity*. In: E. Abe; Y. Suzuki (eds.): *Changing Patterns of International Rivalry. The International Conference on Business History 17. Proceedings of the Fuji Conference*, Tokyo 1990, pp. 193-241.
- Zysman, J.: *How Institutions Create Historically Rooted Trajectories of Growth*. In: *Industrial and Corporate Change*, vol. 3, no. 1, 1994, pp. 243-284.

Teil B

Paradoxie der Kontextualisierung

Nutzerorientierung als Strategie der Kontextualisierung technischer Innovationen

Das Beispiel elektronischer Informationssysteme

1. Nutzerorientiertes Innovationsmanagement

Die Firma Bomag aus Boppard, ein Hersteller von Straßenbaumaschinen, hat in den vergangenen Jahren trotz ungünstiger Rahmenbedingungen ihre Wettbewerbsposition gefestigt, weil sie ihre Kunden verstärkt am Prozeß der Planung, Entwicklung und Erprobung neuer Maschinen beteiligt und umgekehrt die Entwicklungsteams von Bomag häufiger die Baustellen besuchen, „um die Anforderungen ihrer Kunden besser kennenzulernen“. Der Erfolg des 1992 eingeführten „Patent-Modells“ ist meßbar: Die Aufwendungen für Forschung und Entwicklung sind gesunken, und „der Zeitraum von der Entwicklung bis zur Marktreife hat sich deutlich verkürzt“. Bomag ist mittlerweile nach eigener Einschätzung „nicht nur Markt-, sondern auch Technologieführer bei Verdichtungsmaschinen“ (FAZ/12.10.1998, S. 34).

Obwohl inzwischen eine Reihe von Firmen die Kundenorientierung auf ihre Fahnen geschrieben hat, sind nach wie vor Defizite bei der Realisierung dieses Anspruchs zu beklagen (Meyer, Dornach 1998). Nur in wenigen Fällen fungiert der Kunde derart systematisch als Quelle von Inspirationen wie bei Bomag. Siemens praktiziert beispielsweise in Form von „Focus Groups“ eine aktive Politik der Einbeziehung von Kunden und Nutzern in den Innovationsprozeß. Die dabei gewonnenen Erfahrungen widerlegen das Vorurteil, „daß Kunden nicht kreativ in die Zukunft denken“ (Reichart 1998, S. 20) und keine für das Unternehmen verwertbare Ideen generieren können (Zulauf 1998). Derartige Versuche demonstrieren vielmehr das große und bislang zu wenig genutzte Potential, das in kooperativen Formen des Innovationsmanagements liegt. Insbesondere die

Ideenfindung, die Erzeugung praxistauglicher Techniken und die Erschließung neuer Märkte sind Leistungen, die durch nutzerorientierte Ansätze besser erbracht werden können als durch konventionelle Firmenstrategien, die den Verwendungskontext erst in einer späten Phase berücksichtigen und Forschung und Entwicklung dekontextualisiert, d.h. ohne Bezug auf konkrete praktische Anwendungen betreiben. Dieser Ansatz ist jedoch immer weniger in der Lage, das für den Erfolg einer Innovation zentrale Problem der Kontextualisierung zu bewältigen.

Kontextualisierung meint die Einbettung eines neuen Produkts in seinen Anwendungs- und Nutzungskontext. Ein Innovationsmanagement, das diesen Aspekt (neben anderen, nach wie vor unentbehrlichen Innovationsaktivitäten) berücksichtigt, stützt sich vor allem auf *rekursive Verfahren*: Hypothetisch antizipierte Zukünfte werden gedanklich vorweggenommen und in den Prozeß der Planung und Entwicklung eingespeist, um sie auf diese Weise Wirklichkeit werden zu lassen (Herbold u.a. 1991; vgl. den Beitrag von Ortmann in diesem Band, S. 249 ff.). Durch diesen Einbau von Rückkopplungsschleifen verändert sich nicht nur das Produkt, sondern auch der Kontext (Latour 1983; Schot u.a. 1994). Rekursives Innovationsmanagement ist zu verstehen als eine stufenweise wechselseitige Anpassung von Vision und Kontext und eine damit einhergehende schrittweise Optimierung des Produkts in dem Sinne, daß

- ein störungsfreies Funktionieren einer neuen Technik auch unter spezifischen Anwendungsbedingungen sichergestellt wird und
- eine Aufnahmefähigkeit des Kontextes für neuartige, technisch basierte Handlungsformen gewährleistet wird

und somit insgesamt die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Einführung eines neuen Produkts geschaffen werden. Ohne Berücksichtigung der kontextuellen Faktoren kann weder die Funktionsfähigkeit einer innovativen Technik noch die Rezeptivität des Marktes unterstellt werden; denn eine der Paradoxien von Innovationsprozessen besteht darin, daß die Märkte, auf denen sich neue Produkte bzw. Verfahren bewähren sollen, zu dem Zeitpunkt, an dem strategische Entscheidungen getroffen werden müssen, in der Regel noch nicht oder nur sehr rudimentär existieren (Lang, Sauer 1997). Die konventionelle Strategie, Innovationen nach rein unternehmensinternen Logiken zu generieren und den Verwendungskontext erst zu einem späten Zeitpunkt zu berücksichtigen, ist daher mit einem erheblichen Risiko des Scheiterns behaftet, das vor allem im Falle

komplexer Technologien kaum akzeptabel ist (Rath 1993). Bei Massenprodukten mag es gelingen, die Rezeptivität des Marktes nachträglich durch akzeptanzfördernde Maßnahmen oder durch geschickte Verkaufsförderung sicherzustellen. Derartige Versuch-und-Irrtum-Strategien werden jedoch dann obsolet, wenn ein immens hoher Aufwand mit einer geringen Zahl an Versuchen korrespondiert, wie dies beispielsweise für den Infrastrukturbereich typisch ist.

Ein Innovationsmanagement, das sich u.a. auf dialogische, kommunikative Verfahren stützt, kann daher einen Ausweg aus dieser Paradoxie weisen. Die Unsicherheiten, mit denen Innovationen zwangsläufig behaftet sind, werden dadurch minimiert, daß *Nutzerperspektiven und Anwendungskontexte* bereits bei der Planung und Entwicklung eines neuen Produkts berücksichtigt werden. Durch die möglichst frühzeitige Einbeziehung potentieller Nutzer (und ihres praktischen Know-hows) werden die Potentiale und Anwendungsperspektiven einer neuen Technik so weit ausgelotet, daß zukunftsfähige Innovationskorridore geschaffen werden und das Risiko des Scheiterns verringert wird. Ein nutzerorientiertes Innovationsmanagement versteht sich somit weniger als reaktive Produktvermarktung, sondern als vorausschauendes, proaktives Gestalten, dessen Erfolg vom Gelingen der sozialen Einbettung eines neuen Produkts, d.h. von der Konstruktion neuartiger, technisch basierter Handlungsformen und Verwendungskontexte abhängt (Krohn 1997; vgl. den Beitrag von Simonis in diesem Band, S. 149 ff.). Märkte werden nicht erobert, sie werden geschaffen – unter anderem auch durch eine systematische und intensive Kooperation von Herstellern und Nutzern bei der Entwicklung neuer Produkte (Weyer u.a. 1997; Kowol, Krohn 1999).

Die Funktionen, die ein derart verstandenes nutzerorientiertes Innovationsmanagement erfüllt, lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

Mobilisierung von kontextuellem Wissen: Durch dialogische Verfahren wird ein Informationsfluß zwischen unterschiedlichen Akteuren organisiert, der Wissensbestände mobilisiert, die spezifische Nutzerperspektiven (wie auch praktisches Know-how) repräsentieren und für den Prozeß der Kontextualisierung unentbehrlich sind. Derartiges Wissen kann Quelle der Inspiration, aber auch Korrektiv für unternehmerische Entscheidungen sein (Rose 1995)

Kundenbindung und Vertrauen: Eine offene, zweiseitige Kommunikation kann das Image eines Unternehmens verbessern und darüber hinaus Ver-

trauen erzeugen (Seitzer 1995). Kundenbefragungen zeigen, daß dies ein ganz wesentlicher und oftmals unterschätzter Faktor für den Markterfolg ist. Erfolgreiche Unternehmen verkaufen längst nicht mehr Produkte im Stile singulärer Transaktionen; nichtmarktliche Aspekte wie der „Beziehungsaufbau zwischen Kunde und Unternehmen (gewinnen) mehr und mehr an Relevanz“ (Meyer, Dornach 1998, Sp. V). Modernes Marketing versteht selbst das aktive Beschwerdemanagement als einen wichtigen Bestandteil einer kundenorientierten Kommunikationskultur (Schulte 1998).

Definition von Innovationskorridoren: Kommunikationsprozesse können dazu beitragen, Innovationsszenarien zu entwickeln, deren Chancen und Risiken aus unterschiedlichsten Blickwinkeln sorgfältig abzuwägen, darauf aufbauend Handlungsoptionen diskursiv auszuhandeln und schließlich durch koordiniertes Handeln und eine wechselseitige Verpflichtung der Beteiligten die Durchsetzungschancen innovativer Projekte zu erhöhen (Dienel 1977; Hennen 1994).

Schaffung von Akzeptanz durch Einbettung: Schließlich steigert ein nutzerorientiertes Innovationsmanagement die Akzeptanz von Innovationen, allerdings in einem unkonventionellen Sinne. Wenn nämlich die Nutzer als Subjekte in Innovationsprozesse einbezogen, ihre Bedarfsartikulationen zum Ausgangspunkt gemacht und mögliche Nutzungsszenarien diskursiv erarbeitet werden, sind die getroffenen Entscheidungen nicht nur transparenter, sondern auch auf die Beteiligten selbst zurechenbar. Sie sind dann nicht mehr Betroffene fremder Entscheidungen, sondern verantwortliche Mitentscheider, die ein kalkuliertes Risiko eingehen (Luhmann 1991). Durch Mitgestaltung (Partizipation) steigen die Durchsetzungschancen von Innovationen (Koschatzky, Maßfeller 1994). Der Akzent verlagert sich damit vom Produkt auf den Prozeß, also von der Erzeugung eines Artefakts hin zu rekursiven Formen des Managements innovativer Projekte. Dies trägt zur Vermeidung von Konflikten und Brüchen bei, wie sie oftmals bei der Implementation technischer Systeme oder der Neueinführung von Produkten auftreten, welche nicht in einem partizipativen Prozeß erzeugt wurden (Feindt u.a. 1996).

Der Erfolg von Innovationen hängt also maßgeblich von der Bewältigung von Kommunikationsprozessen in einem vielschichtigen Akteurset ab, wobei zu vermuten ist – so unsere erste *These* –, daß kooperative, nutzerorientierte Ansätze eine größere Chance haben, den Markterfolg sicherzustellen als nichtkooperative Ansätze. Bei der praktischen Realisierung eines derartigen Konzepts können moderne Informations- und Kommuni-

kationstechniken (z.B. internetbasierte elektronische Informationssysteme) eine wichtige Rolle spielen, da sie – so unsere zweite *These* – qualitativ neuartige Formen der Kommunikation zwischen Technikherstellern und -nutzern ermöglichen und so Ansatzpunkte für eine konsequente Nutzerorientierung bieten. Interaktive Medien wie das Internet besitzen ein Potential, das nicht nur für konventionelles Marketing genutzt werden kann, sondern gerade durch die vielfältigen Formen der Rückkopplung von Kundenpräferenzen weitergehende Perspektiven einer Einbeziehung von Nutzern in die Gestaltung technischer Produkte und Systeme eröffnet.

Grundsätzlich lassen sich zwei Typen von Kundenkommunikation in internetbasierten Diensten unterscheiden: das Modell „Absatzkanal“ und das Modell „Kommunikationsraum“ (Gatzke, Monse 1997).

- Das Modell *Absatzkanal* verwendet das Internet in erster Linie als eine neue elektronische Form der Distribution produkt- und unternehmensspezifischer Informationen, die zuvor mit anderen Mitteln des Marketing vertrieben wurden, um auf diese Weise Kunden dazu zu bewegen, sich für bestimmte Produkte bzw. Dienstleistungen zu entscheiden. Eine Rückkopplung der Vorgänge, die sich auf dieser Distributionsplattform abspielen, findet jedoch allenfalls in der Weise statt, daß die Bestellvorgänge von den Warenwirtschaftssystemen registriert und weiterverarbeitet werden.
- Das Modell *Kommunikationsraum* betrachtet internetbasierte Services nicht als ein sekundäres System, sondern als einen zentralen Bestandteil der Firmenaktivitäten, weil die Kommunikation mit dem Kunden zu einer eigenständigen Quelle der Wertschöpfung wird, die für das Unternehmen eine große Bedeutung gewinnt. Die traditionelle, lineare Anbieter-Kunden-Beziehung wird ersetzt durch ein interaktives Verhältnis, in dem Kunden als aktive Mitgestalter agieren und so die Produkte und deren Qualität mitbeeinflussen.

Im folgenden soll anhand zweier Fallstudien geprüft werden, in welchem Maße Unternehmen in den Bereichen „Wissensbasierte Dienstleistungen im Internet“ und „Fahrgastinformationssysteme für den Schienenverkehr“ dieses Potential nutzen und welche Typen der Kundenkommunikation zum Einsatz kommen. Denn die Ausstattung mit modernsten Kommunikationssystemen garantiert noch nicht, daß diese auch effektiv und produktivitätssteigernd eingesetzt werden. Heidenreich verweist zurecht „auf die mühsamen und langwierigen Lernprozesse, in (denen) geeignete

Nutzungs- und Organisationsformen für neue Technologien gefunden werden müssen“ (1998, S. 115). Wir wollen nachprüfen, ob seine Diagnose zutrifft, daß das Fehlen einer direkten, personalen Interaktion „die Entwicklung verständlicher und für die Nutzer interessanter Angebote“ (S. 116) erschwert und darin der große Nachteil von Informationssystemen besteht. Wir vermuten eher, daß die Nutzerorientierung und die Entwicklung bedarfsgerechter Angebote in erster Linie von der Organisationskultur abhängen (Weyer 1997) und daneben auch das Produktspektrum und die Hardwareausstattung eine gewisse Rolle spielen. So ist es beispielsweise eine interessante Frage, ob der Schienenverkehr allein aufgrund seiner Abhängigkeit von einer starren Infrastruktur systembedingte Nachteile bei der Entwicklung kundengerechter Angebote besitzt, die auch durch die Nutzung moderner Informationssysteme nicht zu beseitigen sind, oder ob andere Faktoren maßgeblich sind.

2. Wissensbasierte Dienstleistungen im Internet

Die Akzeptanz und die Attraktivität der Informations- und Kommunikationstechniken definieren sich zunehmend weniger über die technische Leistungsfähigkeit als über die Inhalte, die auf elektronischem Wege zur Verfügung gestellt werden. Dies gilt insbesondere für das Internet, das von den Nutzern eher als großer Informationspool denn als Datenautobahn wahrgenommen wird. Die Erschließung und Bereitstellung von Wissensbeständen aller Art stehen in immer wieder bestätigten empirischen Erhebungen zu den Nutzerpräferenzen in bezug auf dieses Medium weit vorne.

Mit der Existenz des Mediums Internet scheint sich ein Kontextualisierungsproblem zu lösen, das gerade im Falle komplexer, technisch gestützter wissensbasierter Dienstleistungen besonders prägnant ist: Bis zum Durchbruch des Internet sind Datenbanken als der technische Kern wissensbasierter Dienstleistungen in der Regel einem Expertenpublikum vorbehalten geblieben. Versuche, in weitere Nutzerschichten vorzudringen, sind häufig an den fehlenden technischen und sozialen Anschlüssen an die Alltagsroutinen gescheitert (Biervert u.a. 1994).

Auslösend hierfür sind die fehlende frühzeitige Orientierung auf den Nutzer und eine Konzentration in der Entwicklung auf das Expertenwissen

im jeweiligen Sachgebiet sowie die Struktur seiner Erschließung. Wissensbasierte Dienstleistungen, die heute im Internet zu nahezu allen Themenbereichen vorliegen, haben nicht nur den Vorzug, auf ein Medium als Absatzkanal zurückgreifen zu können, mit dem der Nutzer erreicht werden kann. Der entscheidende Erfolgsfaktor des Innovationsprozesses ist hier der Aufbau eines *Beziehungsgefüges mit den Nachfragern* der Dienstleistung. Erst hierdurch scheint es gelungen zu sein, generierte Wissensbestände in handelbare Informationen, d.h. in wissensbasierte Dienstleistungen umzusetzen.

Die Konstruktion wie auch der Betrieb wissensbasierter Dienstleistungen in elektronischen Medien erfordern die enge Zusammenarbeit zwischen dem Anbieter und den Kunden. Dies liegt daran, daß wissensbasierte Dienstleistungen, da sie Lernprozesse auslösen sollen, auf Interaktionen mit ihren Nutzern angewiesen sind. Hierin liegt auch der Schlüssel für die Frage, warum wissensbasierte Dienstleistungen einen so hohen Stellenwert bei Anbietern klassischer materieller Güter und herkömmlicher Dienstleistungen einnehmen. Sie sollen den inhaltsbezogenen Austausch mit den Kunden sicherstellen, der zunehmend in allen Branchen für erfolgreiche Wettbewerbspositionen als entscheidend angesehen wird. Das ökonomisch interessante Feld für wissensbasierte Dienstleistungen wird nicht bei Fachinformationssystemen gefunden. Marktführer sind vielmehr Lösungen, die an populäre Interessengebiete wie Literatur, Film, Musik, Gesundheit u.v.m. anschließen.

Die These, daß *Interaktionen zwischen Anbieter und Nutzer* der wesentliche Faktor der Kontextualisierung ist, wird allerdings zu differenzieren sein. Vom Ergebnis her gedacht sind erfolgreiche wissensbasierte Dienstleistungen diejenigen Systeme, die auf eine Integration von Nutzerinformationen, Nutzerpräferenzen etc. hin optimiert sind. Daß diese Systeme kontextualisiert, d.h. in einem hohen Maße auf die Orientierungen der Nutzer ausgerichtet sind, läßt sich nur über das Verständnis des technischen Mediums Internet erschließen. Das Internet, das sich gegenwärtig zum weltweiten Standard von Sprach-, Daten-, Bild- und Audiokommunikation entwickelt, ist weniger eine Datenautobahn als ein großer Kommunikationsraum. Im einzelnen läßt sich zeigen, daß das Internet das Medium ist, mit dem neben der Individual- (one-to-one) und Verteilkommunikation (one-to-many) der Modus der „many-to-many“-Kommunikation etabliert wurde. Diese Entwicklung wurde nicht unwesentlich von den Nutzern vorangetrieben (Monse, Gatzke 1998). Erst das interaktive Medi-

um Internet macht das möglich, was heute für die Kontextualisierung von wissensbasierten Dienstleistungen Standard ist: Erfassung von geäußerten Präferenzen, Kundenkommunikation, Stimulierung von originären thematischen Kundenbeiträgen (u.a. Produkt- und Leistungsbesprechung/-kritiken).

Wissensbasierte Dienstleistungen, die auf einer aktiven Beteiligung der Kunden beruhen, funktionieren nach dem einfachen Prinzip, daß die Leistungen um so präziser werden, je mehr die Kunden thematisch beitragen. Diese Koordination der Lernmodalitäten auf seiten der Anbieter und Nutzer unterliegt einem Entwicklungstrend. Neben die direkte Interaktion über individuelle Kontakte (E-mail), Beiträge in Newsgroups und Bulletin Boards treten mittlerweile technische Lösungen für die *direkte Integration der Nutzerorientierungen*. Technisch gestützte Strategien der Kontextualisierung von wissensbasierten Dienstleistungen lassen sich unter drei Gesichtspunkten zusammenfassen:

- Die Erfassung und Auswertung von Kundenpräferenzen und deren Nutzung zur Kundenansprache beim Absatz von Gütern und Dienstleistungen sind zunächst nichts Neues. Neu hingegen ist der Einsatz von technischen Lösungen, die mit dem Begriff „Advanced Collaborative Filtering“ gekennzeichnet sind. Mit Advanced Collaborative Filtering werden nicht nur die Kundenpräferenzen erfaßt, sondern diese werden auch in Form von Empfehlungen (selbstverständlich u.a. zum Kauf) wieder zur Verfügung gestellt. Die Datenbankleistung verbindet das immer wieder erhobene und erweiterte Präferenzprofil des Nutzers mit dem „nearest neighbour“, wertet dessen aktuelle Kaufentscheidungen aus und gibt hieraus abgeleitete Empfehlungen zurück. Für den Nutzer heißt dies, daß er auf das „kollektive Wissen“ von Nutzern mit vergleichbaren Präferenzen zurückgreifen kann. Eine wissensbasierte Dienstleistung, die eine Antwort auf die Frage gibt „Wie entscheidet sich jemand in meiner Situation?“, z.B. beim Kauf einer CD, sollte zurecht als kontextualisiert zu qualifizieren sein.
- Technische Lösungen des Advanced Collaborative Filtering liefern zunächst in einer für den Nutzer nicht transparenten und nicht kontrollierbaren Weise ab. Werden Initiierung und Kontrolle in die Hände des Nutzers gelegt, so haben wir es mit individualisierten Agenten im Sinne einer Software zu tun, die nicht nur für die Suche nach gewünschten Informationen, sondern auch für den Austausch von Wis-

sen zwischen Anbietern und Nutzern von wissensbasierten Dienstleistungen zuständig ist.

- Advanced Collaborative Filtering und individualisierte Agenten sind technische Hilfsmittel der Kontextualisierung in dem Sinne, daß sowohl die Integration der Nutzerorientierung als auch die Zuschneidung der Dienstleistungen auf den individuellen Nachfrager auf der Basis technischer Lösungen verlaufen. Eine weitere Stufe der Kontextualisierung wird in Zukunft erreicht werden, wenn die gesamte Dienstleistung individualisiert erbracht wird. Inhalt und Form sind dann unverwechselbar an den einzelnen Nutzer und seine individuellen Präferenzen gebunden und werden von ihm initiiert und kontrolliert. In Kooperation zwischen Anbieter und Kunden wird die wissensbasierte Dienstleistung zu einem kontextualisierten Unikat.

Das Beispiel Firefly: Eines der bekanntesten Tools, mit dessen Hilfe sich das Angebot von wissensbasierten Dienstleistungen auf die Präferenzen der Kunden abstimmen läßt, ist die Software Firefly. Sie wurde am MIT in Cambridge/Mass. entwickelt, später breit kommerziell eingesetzt und schließlich 1998 mitsamt der gleichnamigen Firma von Microsoft aufgekauft. Firefly wird heute u.a. eingesetzt, um Buchempfehlungen zu geben. Barnes and Nobels verhilft Musikliebhabern, sich im breiten Angebot zurechtzufinden, gibt Filmtips und führt Gleichgesinnte zum Live-Chat zusammen.

Firefly basiert auf dem Advanced Collaborative Filtering. Das Prinzip ist einfach und beruht auf einem Algorithmus, der auf Basis der geäußerten Präferenzen Vorhersagen darüber trifft, was im jeweiligen Wissensgebiet den Wünschen des Kunden entspricht oder nicht. Die Präferenzen, beispielsweise in bezug auf Literatur, werden in wiederholten Ratings von Büchern erfaßt, die der Kunde selbständig durchführt. Nach sechs bis zwölf Ratings erfolgt erstmals ein Matching mit anderen Kunden, die ein identisches Profil an Präferenzen aufweisen (nearest neighbours). Wenn ein Set von Kunden beispielsweise zehn gleiche Bücher präferiert wie der zu bedienende Kunde und darüber hinaus zwei weitere, dann führt die Empfehlung dieser zwei Bücher in den meisten Fällen zu großer Zufriedenheit. Selbstverständlich wird dieses Ergebnis nur bei einer Datenbasis von mehreren 10.000 Kunden erreicht.

Advanced Collaborative Filtering ist schnell und effektiv. Es ist z.Zt. vor allem kostenmäßig Verfahren der künstlichen Intelligenz überlegen, die oh-

ne bewußt vollzogene Ratings bzw. Präferenzäußerungen auskommen und fuzzy-logic-basierte Prognosen aus dem tatsächlichen Verhalten beim Nutzen einer Website ableiten. (Welche Seite wird gelesen? Wie intensiv wird diese genutzt?) Der Einsatzbereich des Advanced Collaborative Filtering beschränkt sich nicht darauf, Bücher, Filme und Musiktitel zu empfehlen. Mit seiner Hilfe werden auch personalisierte Nachrichtenseiten und individuelle Wegweiser durch das Informationsangebot des Internet zusammengestellt. Ein Beispiel ist das führende Internetverzeichnis Yahoo. „My Yahoo“ ist die persönliche Seite, die beim Einschalten des PC und beim Zugang zum Internet den Kunden mit auf ihn zugeschnittenen Informationen begrüßt.

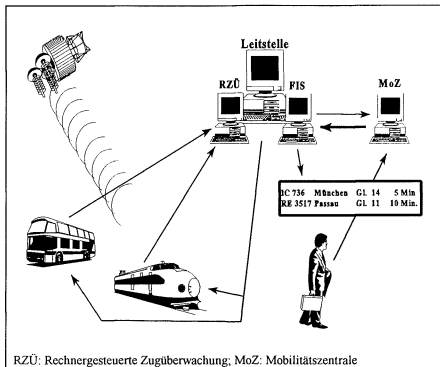
Die Zuschneidung des Angebotes wissensbasierter Dienstleistungen wird inzwischen zunehmend durch den Kunden ausgelöst. Firefly stellt den sog. Firefly Passport zur Verfügung, in dem für den Kunden transparent seine Präferenzen gespeichert sind. Dieser Passport kann bei der Nutzung eines neuen Dienstes elektronisch vorgelegt werden, um den gewünschten Zuschnitt auf den eigenen Bedarf auszulösen. Dieser Ansatz scheint sich gegenwärtig zum Standard zu entwickeln. Im W3C-Konsortium wird der P3P-Standard entwickelt, mit dessen Hilfe die Kontrolle über geäußerte Präferenzen und ihre Verwendung in die Hände der Nutzer übergehen sollen.

Als Zwischenfazit läßt sich somit festhalten: In den geschilderten Fällen wird die Kontextualisierung technischer Systeme im Bereich von Information und Kommunikation wiederum durch technische Systeme übernommen. Es ist dabei keineswegs überraschend, daß technische Lösungen der Kontextualisierung als mehr oder weniger kontextualisiert eingeschätzt werden. Dies ist nicht als semantische Spitzfindigkeit gemeint, sondern ein aktuelles Thema in der Diskussion um Advanced Collaborative Filtering und individualisierte Agenten.

3. Fahrgastinformationssysteme für den Schienenverkehr

Die Generierung wissensbasierter Dienstleistungen für den Bereich Mobilität hinkt der allgemeinen Entwicklung zwar hinterher. In den letzten Jahren sind jedoch erhebliche Anstrengungen unternommen worden, um Mobilitätsangebote auf individuelle Kundenpräferenzen zuzuschneiden

und die Defizite zu beseitigen, die an der Kundenschnittstelle (insbesondere mit Blick auf die Transparenz der Angebote) bestehen. Ein wichtiges Element dieser Offensive in Richtung Nutzerorientierung sind Fahrgastinformationssysteme, die den Kunden nicht nur vor Antritt der Reise mit Fahrplandaten, sondern bei Unregelmäßigkeiten auch unterwegs zuverlässig mit aktuellen Informationen versorgen. Denn die Verfügbarkeit aktueller Informationen über das Beförderungsangebot ist für die Kunden des Schienenverkehrs nicht nur eine Entscheidungshilfe, sondern auch eine Quelle der Zufriedenheit mit dem Produkt. Die nächste Entwicklungsstufe, die sich bereits in Ansätzen abzeichnet, ist die Bereitstellung flexibler, bedarfsgerechter Mobilitätsangebote, die der Kunde unter Nutzung unterschiedlichster Medien (Handy, Internet) individuell an jedem beliebigen Ort abrufen kann.



Rechnergestützte Betriebsleit- und dynamische Fahrgastinformationssysteme

Um derartige Visionen in Angriff nehmen zu können, bedarf es einer flächendeckenden informationstechnischen Vernetzung des betreffenden Verkehrssystems sowie einer Koordination unterschiedlicher Anbieter. Die technische Basis derartiger Informationssysteme sind rechnergestützte Betriebsleitsysteme (RBL), die typische Organisationsform ist die *Verkehrsleitzentrale*, in deren Leitständen alle Fäden zusammenlaufen. Das RBL verwaltet nicht nur den Fuhrpark, das Personal und den Fahrplan; es erfaßt darüber hinaus sämtliche Fahrzeuge eines oder mehrerer Betreiber, die ihren Standort mit Hilfe von Navigationssystemen ermitteln und per Datenfunk der Zentrale übermitteln. Die Mitarbeiter der Leitstelle können sich so in Echtzeit ein realistisches und plastisches Bild der aktuellen Situation verschaffen und bei Bedarf (etwa bei Störungen bzw. bei gefährdeten Anschlüssen) eingreifen. Auf diese Weise wird nicht nur ein sicherer und möglichst pünktlicher Fahrbetrieb gewährleistet; die Daten, die in einer Verkehrsleitstelle anfallen, lassen sich auch für Zwecke der Fahrgastinformation aufbereiten, die entweder über telefonisch spezielle Mobilitätszentralen oder online aus dem Verkehrsrechner abgerufen werden können.

Im Öffentlichen Personen-Nahverkehr (ÖPNV) wurden bereits in den 80er Jahren Modernisierungsmaßnahmen durchgeführt (Tietel u.a. 1996); RBL-Systeme gehören daher bei kommunalen Verkehrsunternehmen mittlerweile zum Standard. Der Schienenverkehr hinkt jedoch hinterher. Die Bahn war lange Zeit das Stiefkind der Verkehrspolitik und ist erst in den letzten Jahren im Zeichen der Diskussion über die Verlagerung des Verkehrs auf umweltfreundliche Verkehrsträger wieder ins öffentliche Bewußtsein gerückt. Die Deutsche Bahn AG (DB) konzentriert ihre Aktivitäten z.Zt. vorrangig auf den Hochgeschwindigkeitsfernverkehr im sog. Kernnetz (1.800 von ca. 38.000 Strecken-km), wo mittlerweile ein Technisierungsstand erreicht ist, der das vollautomatische Fahren ermöglicht. Die Tätigkeit des Triebfahrzeugführers im ICE beschränkt sich weitgehend auf überwachende Funktionen; die Züge werden faktisch aus der Betriebszentrale ferngesteuert (Oser, Wegel 1998). Auch im städtischen S-Bahn-Verkehr ist dieses Automationsniveau weitgehend Standard. Nur im Schienenpersonen-Nahverkehr (SPNV), i.e. dem Schienenverkehr auf dem „platten Land“, der streckenmäßig jedoch den Hauptanteil ausmacht, sieht die Situation völlig anders aus; hier sind noch Steuerungs- und Kommunikationstechniken im Einsatz, die z.T. aus den 30er Jahren stammen (Preuß 1996). Eine Ortung von Zügen ist oftmals genauso wenig möglich wie eine Kommunikation zwischen Leitzentrale und Zugführer.

Dieses *betriebsinterne Informationsdefizit* hat erhebliche Auswirkungen auf die Produktqualität, weil die DB ihre Kunden auf den Hauptlinien zwar mit Informationen versorgen kann, den Zu- und Ablauf der Nebenstrecken jedoch bislang nicht integrieren kann (und somit ihre Fahrgäste bei Unregelmäßigkeiten nicht mit aktuellen Informationen über komplette Wegeketten versorgen kann). Insofern bestehen an der Kundenschnittstelle immer noch gravierende Defizite, die sich nicht nur im Marketing, sondern in der geringen Transparenz der Angebote und der unzureichenden Flexibilität des Betriebs niederschlagen. Ob die Bahn in Konkurrenz zum motorisierten Individualverkehr (MIV) ihren politischen Auftrag wird erfüllen können, zu einer Verkehrswende und zum Klimaschutz effektiv beizutragen (UIC 1997), bleibt somit eine offene Frage.

Fahrgastinformationssysteme sind insofern ein Ansatzpunkt, das Produkt „Schienenpersonenverkehr“ qualitativ zu verbessern und es zu einer umfassenden, kundennahen Mobilitätsdienstleistung weiterzuentwickeln. Wie andere Verkehrsbetriebe hat daher auch die DB die Fahrgastinformation (und die darauf basierenden, kommerziell interessanten Mehrwertdienste) als neues Tätigkeitsfeld entdeckt. Weitverbreitet ist mittlerweile das Auskunftssystem HAFAS, das einen Zugriff auf das DB-Angebot online (via Internet) oder offline (per CD) ermöglicht. Fortgeschrittene Systeme wie die Online-Fahrplan-Auskunft „EFA-win“ (das Konkurrenzprodukt des Verbands Deutscher Verkehrsunternehmen) bieten sogar eine „adreßscharfe Auskunft“ für den Schienenverkehr unter Einbeziehung des ÖPNV; damit ist es mittlerweile möglich, komplette Wegeketten aus einer Datenbank heraus zu planen.

Derartige Informationssysteme bieten zwar ein umfassendes und kundenfreundlich aufbereitetes Angebot an Fahrplandaten (Soll-Daten); sie erlauben in ihrer gegenwärtigen Ausbaustufe allerdings nur die Planung vor Reiseantritt, nicht aber den Zugriff auf aktuelle Reiseinformationen während der Fahrt. In Entwicklung, z.T. bereits in Erprobung, sind daher *dynamische Fahrgastinformationssysteme*, die dem Kunden auch im Falle von Unregelmäßigkeiten verlässliche Auskünfte über das Verkehrsangebot vermitteln, was insbesondere in Hinblick auf die Anschlußsicherung bei Verspätungen einen großen Fortschritt darstellt (Schuster 1998). Diese Innovation, die bei der Deutschen Bahn unter der Bezeichnung „Reisendeninformationssystem“ (RIS) läuft, dürfte für die Sicherung der Konkurrenzfähigkeit öffentlicher Verkehrsmittel gegenüber dem motorisierten Individualverkehr, der gegenwärtig eine enorme informationstechni-

sche „Aufrüstung“ erfährt, ein wichtiger Faktor sein. Eine wesentliche Neuerung von RIS besteht darin, daß aktuelle Informationen (über Verspätung und Anschlüsse) auf Displays in die Züge und auf die Bahnsteige übertragen werden (Büch, Henning 1998).

Der nächste Schritt ist eine dynamische Fahrgastinformation mit *individualisiertem Zugriff*. Für den Fernverkehr entwickelt die DB z.Zt. – ebenfalls unter der RIS-Plattform – ein Informationsangebot, das Verspätungen an den großen Bahnhöfen anzeigt, die sowohl über das Internet als auch per Handy abgerufen werden können (Büch 1998). Das Konkurrenzsystem EFA bietet unter der Bezeichnung EFAhandy ebenfalls ein Informationsangebot an, das Funktionen des Personal Travel Assistant umfaßt und vor allem Umsteigevorgänge mittels Handy individuell begleitet (Zipfel 1998).

Mit der Einführung dynamischer Fahrgastinformationssysteme machen der Schienenverkehr wie auch der gesamte Öffentliche Personenverkehr (mit Bussen und Bahnen) einen gewaltigen Sprung in Richtung Nutzerorientierung. Allerdings handelt es sich nur um einen ersten Schritt, der zwar eine größere Transparenz des Produktspektrums schafft und den Nutzern einen unabhängigen Zugang zu Informationen verschafft, ihre Präferenzen aber bei der Gestaltung der Produkte nicht berücksichtigt. Ein gravierender Mangel der meisten Informationssysteme besteht nämlich darin, daß sie *nicht interaktiv* angelegt sind, sondern lediglich als Plattformen zur Distribution von Fahrplandaten konzipiert wurden (Modell „Absatzkanal“). Sie sind blind gegenüber den Kundenwünschen, weil sie keinen systematischen Input für Bedarfsartikulationen seitens der Nutzer kennen (etwa bzgl. Fahrtzielen oder Anschlußwünschen). So könnte es eines Tages dynamische Fahrgastinformationssysteme geben, die eine Anschlußsicherung auch dann durchführen, wenn sich kein Fahrgast in dem Zug befindet, der den betreffenden Anschluß benötigt. Dies provoziert die generelle Frage, wie eine Informationsarchitektur für ein modernes Schienenverkehrssystem konzipiert werden sollte, vor allem aber wie das Informationsmanagement und die Produktqualität zusammenhängen.

In den Strategien, mit denen die deutschen Verkehrsbetriebe dieses Problem der Kontextualisierung angehen, finden sich die beiden oben beschriebenen Typen der Kundenkommunikation wieder:

Den Planungen der DB liegt das Modell „Absatzkanal“ zugrunde. Das RIS-Konzept sieht eine Datenzentrale vor, in der alle Informationen, die

im öffentlichen Verkehr bundesweit anfallen, in einem Zentralrechner zusammengeführt werden, der dann die aktuellen Betriebsdaten und Fahrgastinformationen über regionale Server an das Zug- und Bahnhofspersonal sowie an die Fahrgäste übermittelt. Ob dies jemals zufriedenstellend und vor allem flächendeckend funktionieren wird, ist z.Zt. nicht abzusehen. Neben dem immensen Aufwand, der für die Installation dieses Systems erforderlich ist, stellt vor allem der Zwang zur Anpassung sämtlicher bereits vorhandener Komponenten an die Systemarchitektur einen schwer kalkulierbaren Faktor dar, der den Erfolg des Konzepts in Frage stellen könnte. Zudem gibt es keinen systematischen Platz für die Kundenkommunikation und die Rückkopplung von Kundenpräferenzen in den Prozeß der Erstellung des Produkts. „Vielleicht in der nächsten Generation“, lautet die Antwort auf Fragen nach einer Schnittstelle für Kundeninputs und einer darauf basierenden flexiblen Gestaltung des Verkehrsangebots der DB. Die Planungen der DB sind fixiert auf *technizistische Lösungen*, die darauf basieren, daß man den komplexen Kommunikationsprozeß, der das System Schienenverkehr trägt, nahezu vollständig auf technisch mediatisierte Interaktionen umstellen kann. Das Ziel besteht darin, Informationen weitgehend automatisch zu generieren, um so nicht nur betriebsinterne Vorgänge wie die Zugsteuerung, sondern auch die Kundeninformation mit einem Minimum an Personalaufwand zu bewältigen. Eine derartige Strategie beinhaltet jedoch eine Distanzierung gegenüber dem Kunden, der hinter den technischen Installationen immer unsichtbarer wird.

Parallel führt die DB allerdings auch regional begrenzte *Pilotprojekte* durch, in denen die Potentiale von Fahrgastinformationssystemen vor allem für das intermodale Verkehrsmanagement ermittelt werden sollen, wobei praktische Probleme der Anschlußsicherung, der Kooperation und Vernetzung unterschiedlicher Anbieter (Bus und Bahn) sowie der Kundenzufriedenheit den Ausgangspunkt bilden. Derartige dezentrale Projekte lassen sich rasch realisieren, wenn man Low-Tech-Lösungen akzeptiert, d.h. auf bestehender Technik aufbaut, vorhandene Komponenten mit geringem Aufwand integriert und die bestehenden Kommunikationsstrukturen nutzt. Allein die Tatsache, daß nur 16 % der DB-Strecken und 40 % der Züge der Rechnergesteuerten Zugüberwachung (RZÜ) unterliegen (Büch 1998), macht es plausibel, technische Lösungen zu berücksichtigen, die rasch verfügbar sind und nicht einen kompletten Systemwechsel erfordern, i.e. eine vollständige Umstellung der Steuerungstechnologie sowie eine damit einhergehende Ersetzung aller Teilkomponenten (Oser

u.a. 1997; ERI 1997). Ob diese Pilotversuche eine Öffnung in Richtung eines kundenorientierten Innovationsmanagements bedeuten oder ob sie eines Tages in die RIS-Hierarchie eingebaut werden, ist z.Zt. eine offene und DB-intern heftig umstrittene Frage.

Das Modell „Kommunikationsraum“ findet sich hingegen – zumindest in Ansätzen – bei den kommunalen Verkehrsbetrieben, die in der Regel einen Mix aus straßen- und schienengebundenen Verkehrsmitteln betreiben und sich in letzter Zeit verstärkt auch im Schienenpersonen-Nahverkehr engagieren (wobei die Grenzen zwischen Straßenbahn und Regionalexpress fließend werden, wie das Karlsruher Modell zeigt). Diese Unternehmen haben z.T. aufgrund schlechter Erfahrungen mit hochtechnisierten Lösungen erkannt, daß auch der Betrieb eines hochautomatisierten Systems eine funktionierende inner- wie außerbetriebliche Kommunikationskultur erfordert und daß die hierin liegenden Potentiale zur qualitativen Weiterentwicklung von Verkehrssystemen in Richtung *kundenorientierter Mobilitätsdienstleistung* genutzt werden können. Der regionale Bezug spielt traditionell eine wichtige Rolle, was sich auch in einer modular-dezentralen Rechnerarchitektur niederschlägt, die unter dem Dach von EFA ein Netz von Verkehrsrechnern zu einer leistungsfähigen Informationsinfrastruktur zusammenkoppelt. Diese Anbieter setzen auf die Kommunikation mit dem Kunden und nutzen diese systematisch für die Entwicklung bedarfsgerechter und regional eingebetteter Mobilitätsangebote. Dabei spielt die traditionelle Fahrgastbefragung nach wie vor eine wichtige Rolle, aber auch Gruppendiskussionen und Bürgerforen werden als Planungsinstrumente eingesetzt (Resch, Will 1994; ÜSTRA 1996; Infas 1998; Wolf 1998).

Zudem nutzen die Verkehrsunternehmen ihre Informations- und Kommunikationssysteme nicht nur zur Distribution von Fahrplandaten, sondern in zunehmendem Maße auch als Rückkanal zur Messung der Kundenzufriedenheit und zur Erhebung von Kundenwünschen, um auf diese Weise attraktive, kundengerechte Produkte zu entwickeln. In den *Mobilitätszentralen*, die diese Aufgabe wahrnehmen, kommen unterschiedliche Medien (Internet, Telefon) zum Einsatz, was auch technisch schlecht ausgestatteten bzw. wenig versierten Kunden den Zugang eröffnet.

Den qualitativen Unterschied zum Modell „Absatzkanal“ markieren jedoch die bedarfsgesteuerten, differenzierten Bedienungsformen, bei denen ein Verkehrsangebot durch eine konkrete Kundennachfrage ausgelöst

wird, wie dies etwa bei Anruf-Sammeltaxis, Anruf-Linienfahrten oder Taxibussen der Fall ist, die den starren Linienverkehr ergänzen bzw. in verkehrsschwachen Zeiten ersetzen. Erforderlich ist lediglich die rechtzeitige Anmeldung des Fahrtwunsches (beim AST kurzfristig, bei Anruf-Linienfahrten am Tag zuvor). Auf diese Weise ist es sogar möglich, Tür-zu-Tür-Verbindungen anzubieten und so die Attraktivität des öffentlichen Verkehrs zu steigern. Nachfragegesteuerte Bedienungsformen fungieren zudem als Kundenbarometer, d.h. sie weisen die Verkehrsunternehmen auf Angebotsdefizite hin, was durchaus bedeuten kann, daß der Bedarfsverkehr eine Vorstufe zum Linienverkehr bildet (Hoppe 1998). Die Kunden beeinflussen durch ihr Verhalten also nicht nur die konkrete, ihnen zur Verfügung gestellte Dienstleistung, sondern tendenziell das gesamte Mobilitätsangebot.

Die Einrichtung flexibler, bedarfsgesteuerter Mobilitätsangebote neben dem traditionellen Linienverkehr setzt allerdings voraus, daß die *Informations- und Kommunikationssysteme interaktiv konzipiert* sind, d.h. eine Rückkopplung in Form des Inputs von Beförderungswünschen erlauben. Zudem muß die Kundenkommunikation einen systematischen Stellenwert in der Unternehmenspolitik haben. Mobilitätszentralen sind das wesentliche organisatorische Instrument zur Umsetzung dieses Ansatzes, wobei konkrete Kundenanforderungen, aber auch Beschwerden sowie statistische Auswertungen der Kundennachfragen die wesentlichen Planungsgrundlagen bilden. Derartige Entwicklungen markieren, auch wenn sie bislang nur in Teilbereichen erprobt bzw. realisiert wurden, eine wichtige Zukunftsperspektive einer Branche, die sich nach eigener Einschätzung z.Zt. in einem Wandlungsprozeß vom Linienverkehr zur Mobilitätsdienstleistung befindet.

Es gibt also auch im Bereich des Öffentlichen Personenverkehrs Ansätze für eine Kontextualisierungsstrategie, welche die neuen technischen Möglichkeiten als Chance begreift, die Nutzer verstärkt in die Gestaltung von Mobilitätsangeboten einzubeziehen und auf diese Weise bestehende Verkehrssysteme zu optimieren. Ein flexibles Eingehen auf Kundenwünsche läßt sich relativ leicht bei straßengebundenen Verkehrsmitteln (Bus und Taxi) realisieren, während der Schienenverkehr, bedingt durch das starre Schienennetz und die Fixkosten des rollenden Materials, eine gewisse systembedingte Inflexibilität besitzt. Insofern stellt sich die Frage, ob die DB gut beraten ist, wenn sie ihre primäre (schienen-)technische Basis nun ergänzt und erweitert um eine sekundäre (informations-)technische Infra-

struktur, die von ihrer Konzeption her dazu tendiert, die ohnehin bestehenden Inflexibilitäten fortzuschreiben. Solange die Bahn ihre *Kommunikationsstrukturen als Einbahnstraße* konzipiert, verschenkt sie eine Chance, durch ein modernes Informations- und Kommunikationsmanagement zu einem Mobilitätsdienstleister zu werden, der mit Hilfe einer konsequenten Kundenorientierung Marktanteile zurückgewinnt.

4. Fazit: Nutzerorientierung durch elektronische Medien?

Es hängt also maßgeblich von den Unternehmensstrategien und -kulturen ab, ob die Möglichkeiten, die moderne elektronische (meist internetbasierte) Informationssysteme vor allem im Bereich der Kundenkommunikation bieten, auch für die Entwicklung bedarfsgerechter und kontextuell eingebetteter Produkte genutzt werden. Daneben spielen auch die technische Basis und die institutionellen Randbedingungen eine Rolle für die Entwicklung der Fähigkeit, flexibel mit Nutzerinputs umzugehen und bedarfsgerechte Leistungen anzubieten. Am leichtesten scheint dies bei *virtuellen Produkten* wie Informationen zu gelingen, am schwierigsten bei Dienstleistungen, die auf eine komplexe und zudem wenig variable Infrastruktur angewiesen sind. Aber selbst im Schienenverkehr ist es prinzipiell möglich, nicht nur kundengerechte Informationen, sondern auch kundengerechte Mobilitätsangebote zur Verfügung zu stellen – etwa in Form flexibler, bedarfsgesteuerter Bedienungsformen. Bei der Einrichtung eines elektronischen Informationssystems kommt es also wesentlich darauf an, ob das betreffende Unternehmen dieses als Instrument zur Distribution von Informationen (Modell „Absatzkanal“) oder als interaktives Medium zur Generierung von produktrelevantem Wissen (Modell „Kommunikationsraum“) begreift.

Offen bleiben somit folgende Fragen, die weiteren Forschungsbedarf signalisieren:

Abschottung und Öffnung: Die neuen Medien bergen einerseits die Gefahr einer Distanzierung gegenüber dem Kunden, der nur noch über technisch mediatisierte Kommunikation erreicht wird. Wenn Unternehmen ihre Telefon-Hotline beispielsweise zugunsten von Voice-Mail einstellen oder ihren Kunden zumuten, auf unübersichtlichen Internetseiten die gewünschten Informationen selbst zu suchen, so ist dies ein Indikator für die

Tendenz, die neuen Medien als Mittel zur Abschottung bzw. zum Aufbau von Barrieren zwischen Anbieter und Kunde zu nutzen (FAZ/10.11.1998). Andererseits entwickelt sich gerade im Internet eine Kultur der Kundenfreundlichkeit, die einen Anpassungsdruck auch für diejenigen Anbieter erzeugt, die Tendenzen der Abschottung verfolgen. Zu untersuchen wäre also, ob die kulturellen Standards, die sich über neue Formen der Kundenkommunikation entwickeln, stark genug sind, eine derartige Anpassung zu erzwingen (welche ihrerseits Änderungen der innerbetrieblichen Strukturen und Prozesse erfordert).

Personale versus technisch mediatisierte Kommunikation: Allein aus Kostengründen wird es kaum möglich sein, einen größeren Teil des rasch wachsenden Informationsbedarfs anders zu befriedigen als durch vorprogrammierte Algorithmen, die von Kundenanfragen ausgelöst werden. Zu fragen wäre dennoch, welches Spektrum von Kommunikationsformen für den Betrieb eines technischen Systems und den flexiblen Umgang mit Unregelmäßigkeiten erforderlich ist. In welchem Maße persönliche Kommunikation bzw. regionaler Bezug verzichtbare Faktoren sind, sollte ebenso Gegenstand weiterer Forschungen sein wie die Frage, wie sich organisierte Kommunikationsprozesse zwischen Anbietern und Nutzern unter Einsatz der neuen technischen Medien realisieren lassen.

Informationsmanagement und Produktqualität: Die diskutierten Beispiele zeigen, daß elektronische Informationssysteme einerseits eingesetzt werden können, um bestehende (möglicherweise defizitäre) Angebote attraktiver zu vermarkten. Sie können andererseits aber auch Rückkopplungen zwischen Herstellern und Nutzern ermöglichen und damit zur Verbesserung der Produktqualität beitragen. Es spricht einiges dafür, daß die Innovationschancen, die wissensbasierte Dienstleistungen bieten, nur unzureichend genutzt werden, wenn nicht auch die Optimierungsoption verfolgt wird. Die Verbesserung der Informationsqualität ist nur der erste Schritt auf dem Weg zur Kundenzufriedenheit; das eigentliche Ziel muß die Verbesserung der Produktqualität bzw. das Matching zwischen Angebot und Nachfrage sein.

Mit der Fokussierung auf das Problem der Kontextualisierung rückt ein Thema ins Blickfeld, das für Wissensgesellschaften immer wichtiger wird. Denn ohne die Kommunikation mit Kunden und Nutzern ist die kontextuelle Einbettung von Innovationen nur schwer zu bewerkstelligen. Insofern bedarf es eines kooperativen, nutzerorientierten Innovationsmanage-

ments, das eine Reihe anspruchsvoller Aufgaben (Mobilisierung von Wissen, Schaffung von Vertrauen etc.) zu bewältigen hat. Elektronische Informationssysteme, die eine Rückkopplung von Kundenpräferenzen ermöglichen und so die Nutzer systematisch in die Gestaltung von Produkten und Systemen miteinbeziehen, können eine wirkungsvolle Unterstützung derartiger Prozesse leisten.

Literatur

- Biervert, B.; Monse, K.; Gatzke, M.; Reimers, K.: Digitaler Dienst am Kunden, Berlin 1994.
- Büch, A.: Die neue Qualität der Reisendeninformation, vervielf. Manuskript, Frankfurt 1998.
- Büch, A.; Henning, T.: Technische Lösungen für Reisendeninformationssysteme. In: Eisenbahningenieur, Heft 7, 49. Jg., 1998, S. 9-11.
- Dienel, P.C.: Versuche mit neuen Beteiligungsverfahren. In: R. Jungk; A. Weyer (Hrsg.): Die Grenzen der Resignation – Ein Versuch der Ermutigung und der Kritik, Wuppertal 1977, S. 97-112.
- ERI (Eisenbahn-Revue International): DB AG beschafft neues Mobilfunknetz nach GSM-Standard, Heft 6, 1997, S. 262-263.
- Feindt, P.H.; Gessenharter, W.; Birzer, M.; Fröchling, H.: (Hrsg.): Konfliktregelung in der offenen Bürgergesellschaft, Dettelbach 1996.
- Gatzke, M.; Monse, K.: Absatzkanal oder Kommunikationsraum: Konstruktion von Consumer Services in Online-Diensten. In: R. Werle; Ch. Lang (Hrsg.): Modell Internet? Frankfurt/New York 1997, S. 43-62.
- Heidenreich, M.: Informationssysteme und ihre soziokulturellen Voraussetzungen. In: H.-J. Braczyk; G. Fuchs (Hrsg.): Informationstechnische Vernetzung, Berichte aus Projekten der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg, Baden-Baden 1998, S. 103-117.
- Hennen, L.: Technikkontroversen – Technikfolgenabschätzung als öffentlicher Diskurs. In: Soziale Welt, Heft 4, 45. Jg., 1994, S. 454-479.
- Herbold, R.; Krohn, W.; Weyer, J.: Technikentwicklung als soziales Experiment. In: Forum Wissenschaft, Heft 4, 8. Jg., 1991, S. 26-32.
- Hoppe, R.: Nachfragegesteuerte Linienverkehre im ländlichen Raum – Wege zum finanzierbaren 60-Minuten-Takt mit dem Taxi-Bus. In: Der Nahverkehr, Heft 3, 1998, S. 42-46.
- Infas Sozialforschung: VRS-Kundenbefragung „Nutzung der Informationsangebote im öffentlichen Nahverkehr“, vervielf. Manuskript, 1998.
- Koschatzky, K.; Maßfeller, S.: Gentechnik für Lebensmittel? – Möglichkeiten, Risiken und Akzeptanz gentechnischer Entwicklung, Köln 1994.

- Kowol, U.; Krohn, W.: Innovationsnetzwerke. In: J. Weyer (Hrsg.): Soziale Netzwerke – Konzepte und Methoden der sozialwissenschaftlichen Netzwerkforschung, München 1999 (im Erscheinen).
- Krohn, W.: Die Innovationschancen partizipatorischer Technikgestaltung und diskursiver Konfliktregulierung. In: S. Köberle u.a. (Hrsg.): Diskursive Verständigung? – Mediation und Partizipation in Technikkontroversen, Baden-Baden 1997, S. 222-246.
- Lang, Ch.; Sauer, D. (Hrsg.): Paradoxien der Innovation, Mitteilungen Heft 19/1997, Verbund Sozialwissenschaftliche Technikforschung, München, November 1997.
- Latour, B.: Give me a Laboratory and I will Raise the World. In: K.D. Knorr-Cetina; M. Mulkay (eds.): Science Observed – Perspectives of the Social Studies of Science, London 1983, pp. 141-170.
- Löcker, G.; Jahnichen, W.; Braun, D. u.a.: Differenzierte Bedienungsweisen – Nahverkehrs-Bedienung zwischen großem Verkehrsaufkommen und geringer Nachfrage, Düsseldorf 1994.
- Luhmann, N.: Soziologie des Risikos, Berlin/New York 1991.
- Meyer, A.; Dornach, F.: Kundenorientierung – was die anderen besser machen – Das deutsche Kundenbarometer. In: Frankfurter Allgemeine Zeitung, 2.11.1998, S. 35.
- Monse, K.; Gatzke, G.: Von „Elektronischen Märkten“ zu „Electronic Commerce“ – Theoretische Anhaltspunkte und empirische Belege für die aktuelle Entwicklung. In: Ch. Lang; D. Sauer (Hrsg.): Mitteilungen, Heft 20/1998, Verbund Sozialwissenschaftliche Technikforschung, München, November 1998, S. 37-105.
- Oser, U.; Arms, J.-C.; Wegel, H.: FunkFahrBetrieb (FFB) zum wirtschaftlichen Einsatz auf Regionalstrecken. In: Eisenbahntechnische Rundschau, Heft 6, 46. Jg., 1997, S. 323-331.
- Oser, U.; Wegel, H.: Automation im Eisenbahnbetrieb – Stand, Ziele, Anforderungen. In: Eisenbahntechnische Rundschau, Heft 1, 47. Jg., 1998, S. 9-13.
- Preuß, E.: Stellwerke deutscher Eisenbahnen – Technik und Bauwerk, Stuttgart 1996.
- Rath, A.: Möglichkeiten und Grenzen der Durchsetzung neuer Verkehrstechnologien – dargestellt am Beispiel des Magnetbahnsystems Transrapid, Berlin 1993.
- Reichart, S.: Erfassung von Kunden- und Benutzeranforderungen durch Focus Groups – gesammelte Erfahrungen. In: R. Helmreich (Hrsg.): Technik für den Menschen – Gestaltung und Einsatz benutzerfreundlicher Produkte, ITG-Fachbericht Nr. 154, Berlin 1998, S. 15-20.
- Resch, H.; Will, W.: Einführung eines rechnergesteuerten Betriebsleitsystems in Bremen. In: Internationales Verkehrswesen, Nr. 6, 46. Jg., 1994, S. 342-348.
- Rose, H. (Hrsg.): Nutzerorientierung im Innovationsmanagement – Neue Ergebnisse der Sozialforschung über Technikbedarf und Technikentwicklung, Frankfurt/New York 1995.

- Schot, J.; Hoogma, R.; Elzen, B.: Strategies for Shifting Technological Systems – The Case of the Automobile System. In: Futures, no. 10, vol. 26, 1994, pp. 1060-1076.
- Schulte, R.: Mobilitätsberatung auf dem sogenannten „flachen Land“ am Beispiel Westfalens, Vortrag beim VDV-Seminar „Eine Branche verändert sich – Vom Linienverkehr zur Mobilitätsdienstleistung“, Hameln, 16./17. November 1998.
- Schuster, B.: Fahrgastorientierte Telematik – eine Strategie zur praktischen Umsetzung. In: Internationales Verkehrswesen, Heft 3, 50. Jg., 1998, S. 91-93.
- Seitzer, J.: Erfahrungen mit dem Einsatz der Bio- und Gentechnologie in einem praktischen Pflanzenzuchtbetrieb. In: T. von Schell; H. Mohr (Hrsg.): Biotechnologie – Gentechnik. Eine Chance für neue Industrien, Berlin 1995, S. 215-231.
- Simonis, G.: Ausdifferenzierung der Technologiepolitik – vom hierarchischen zum interaktiven Staat. In: R. Martinsen; G. Simonis (Hrsg.): Paradigmenwechsel in der Technologiepolitik? Opladen 1995, S. 381-404.
- Tietel, E.; Scherer, B.; Leithäuser, Th.: Die Bedeutung von Technik- und Organisations(leit)bildern in Aushandlungs- und Lernprozessen bei der Einführung rechnergestützter Betriebsleitsysteme in Betrieben des Öffentlichen Personennahverkehrs. In: R. Mayntz; B. Meisheit (Hrsg.): Mitteilungen, Heft 17/1996, Verbund Sozialwissenschaftliche Technikforschung, Köln, April 1996, S. 45-112.
- UIC (Union Internationale des Chemins de fer): Bahnen und Klimaveränderung (erstellt anlässlich der Internationalen Klima-Konferenz in Kyoto 1997). In: <http://www.uic.asso.fr/de/about/report/kyoto>.
- ÜSTRA, Stiftung Mitarbeit: Bürgergutachten ÜSTRA – Attraktiver Öffentlicher Personennahverkehr in Hannover, Bonn 1996.
- Weyer, J.: Die Risiken der Automationsarbeit – Mensch-Maschine-Interaktion und Störfallmanagement in hochautomatisierten Verkehrsflugzeugen. In: Zeitschrift für Soziologie, Heft 4, 26. Jg., 1997, S. 239-257.
- Weyer, J.; Kirchner, U.; Riedl, L.; Schmidt, J.F.K.: Technik, die Gesellschaft schafft – Soziale Netzwerke als Ort der Technikgenese, Berlin 1997.
- Wolf, K.-H.: Künftige Anforderungen an die Fahrgastinformation aus Sicht der Fahrgäste, Vortrag beim VDV-Seminar „Eine Branche verändert sich – Vom Linienverkehr zur Mobilitätsdienstleistung“, Hameln, 16./17. November 1998.
- Zipfel, K.-G.: Verkehrstelematik und Kundennutzen, Vortrag beim VDV-Seminar „Eine Branche verändert sich – Vom Linienverkehr zur Mobilitätsdienstleistung“, Hameln, 16./17. November 1998.
- Zulauf, R.: Innovationszyklen sind oft ein Wahn. In: Frankfurter Allgemeine Zeitung, 20.10.1998, S. B 15.

Anwendungskontexte: Technologie- und Innovations-treiber

Vorbemerkung

In diesem Beitrag soll stärker auf den Kontextcharakter von Innovationen eingegangen werden. Meine These ist, daß Technikentwicklung und Innovation in hohem Maße von den Entstehungs- und Anwendungskontexten abhängig sind. Wenn es ein gesellschaftlich wünschenswertes Ziel ist, Fahrzeuge nicht nur mit Elektronik zu füllen, sondern wirklich intelligente und umfassende Verkehrskonzepte zu entwickeln, also von einer Automobil- zu einer Mobilitätsdienstleistungsindustrie zu kommen, dann stellt sich die Frage: Welches ist der Kontext oder anders ausgedrückt: Welches sind die Rahmenbedingungen, die Unternehmen und Wissenschaft dazu motivieren, solche Lösungen zu entwickeln und umzusetzen? Unser Verkehrssystem ist extrem fragmentiert. Im Beitrag von Monse und Weyer (in diesem Band, S. 97 ff.) wird das technologische Potential sehr eindrucksvoll dargestellt. Der Kontext der Struktur dieses Wirtschaftszweiges ist wenig förderlich für mögliche Lösungen, sich in Richtung Mobilitätsdienstleistung und intelligente Verkehrskonzepte zu bewegen und einen zweckmäßigen Einsatz der verschiedenen Verkehrsträger zur optimalen Befriedigung der Nachfrage unter Beachtung einer Reihe von Randbedingungen (Kosten, Energieverbrauch, siedlungsstrukturelle Bedingungen usw.) zu erreichen. Die interessante Frage betrifft den Kontext, der genau zu einem solchen Ergebnis (zukunftsweisender Umgang mit Mobilität) führt. Dieses Ergebnis wird sich nicht finden, wenn man die Unternehmen anmahnt: „Nun seid ein bißchen kundenorientierter“, oder „Denkt daran, mehr mit den Nutzern zu kommunizieren.“ Es ist m.E. eine sozialwissenschaftliche Kernfrage abzuklären, welches der adäquate Kontext ist, um zu einem solchen neuen Modell der mobilen Gesellschaft zu kommen.

Mit dieser Vorbemerkung sollte der gewählte Titel dieses Beitrages erläutert werden. Zu der dahinterstehenden Theorie möchte ich nur einige kur-

ze Hinweise geben. Drei innovationsökonomische Ansätze stellen hier den Bezugsrahmen dar. Das eine sind evolutionäre Ansätze, die mit Pfadabhängigkeit von Technologieentwicklung argumentieren und dabei sehr stark auf Lernprozesse und Interaktion zwischen den an der Innovation Beteiligten abheben. Den zweiten Ansatz stellt das Lead-User-Konzept von v. Hippel (1988) dar, der schon vor 15 Jahren das konzeptionell entwickelt hat, was im Beitrag von Monse und Weyer dargestellt wird – allerdings mit einem entscheidenden Unterschied: Er ging nicht von der These aus, daß die frühzeitige Einbindung von Nutzern generell sinnvoll ist, er bestreitet sogar die Fähigkeit von Nutzern, über völlig neue Anwendungen verlässliche Aussagen machen zu können. Aus diesem Grunde beschränkt er sich auf sog. Lead-User – das sind die avanciertesten Nutzer, die am ehesten in der Lage sind, künftige Märkte und Anwendungen zu antizipieren. Es geht also nicht generell um Nutzerkommunikation, sondern darum, in die Entwicklung von Technologien frühzeitig Lead-User einzubinden. Das letzte theoretische Element stellt die Theorie der Innovationssysteme dar, z.B. in der Variante von Lundvall (1992), der insbesondere auf das spezifische Zusammenwirken von User-Producer-Beziehungen abhebt.

Um den Rahmen nicht zu sprengen, soll im folgenden die Methode illustrierender Fallbeispiele angewandt werden. In Frage kommt z.B. die Raumfahrt. Entgegen den offiziellen Behauptungen läßt sich feststellen, daß die sog. Spill-over-Effekte – die Ausstrahlwirkungen der Raumfahrtforschung auf den zivilen Bereich – relativ niedrig sind (Schmoch 1991; Meyer-Krahmer 1997). Die Erklärung hierfür ist, daß die ganz spezifischen Konzepte der Raumfahrtanwendungen, insbesondere extreme Umfeldbedingungen, dazu führen, daß ein breiterer Anwendungsraum nur mit hohem Zusatzaufwand erschlossen werden kann. Dies ist m.E. ein gutes Beispiel für Kontextabhängigkeit. Ein zweites Beispiel wäre der Transrapid, ein geradezu ideales Objekt für neugierige Innovationsforscher. An diesem Beispiel kann man zeigen, daß die bisherige Erfolglosigkeit eines technisch faszinierenden Projektes damit zusammenhängt, daß gegen das Lead-User-Konzept verstoßen wurde (d.h. keine frühzeitige und starke Einbindung der Betreibergesellschaften – sei es Bundesbahn oder Fluggesellschaften). Hinzu kommt, daß dieses Verkehrsmittel auf eine europäische und nicht auf eine rein deutsche Anwendung ausgelegt ist. Um beides hätte man sich bereits vor 15 Jahren intensiv bemühen müssen, um einen erfolversprechenden Kontext für die Entwicklung dieser Technologie zu erreichen. Dies ist nicht geschehen. Dieser Fall illustriert, daß die

Anwendungskontexte sehr viel frühzeitiger in die Technikentwicklung einfließen müssen, wenn aus einer neuen Technik auch eine erfolgreiche Innovation werden soll.

Zwei weitere Beispiele sollen ausführlicher behandelt werden: Zukunftsentwürfe der Informationstechnik und die Konsequenzen neuer Strategien internationaler Forschung und Entwicklung (FuE) durch multinationale Unternehmen.

1. Wandel der Konzeption der Informationstechnik

Worin bestehen die zukünftigen Herausforderungen für die Informationstechnik? Diese Frage ist nicht neu, aber die Antworten, die hierauf gegeben werden, haben sich im Zeitverlauf geändert. Sie spiegeln nicht nur den Wandel der Technik und der wirtschaftlichen Anwendungen wider, sondern dahinter stehen auch unterschiedliche Zukunftsentwürfe der Informationstechnik. Vereinfacht man sehr stark, so lassen sich die Zukunftsentwürfe der Informationstechnik in den letzten Jahrzehnten in Deutschland grob in drei Phasen aufteilen:

- Die 70er Jahre waren vor allem durch solche Zukunftsentwürfe der Informationstechnik gekennzeichnet, die stark auf das technisch Machbare abhoben. Zwei prominente Beispiele sind das „papierlose Büro“ und die „menschenleere Fabrik“. Sie stehen für Zukunftsentwürfe, die vom technisch Machbaren auf die Durchsetzung technischer Konzepte schließen (vgl. Biervert u.a. 1991). Daß wir heute weder ein papierloses Büro noch eine menschenleere Fabrik antreffen, liegt daran, daß diesen Konzepten gravierende Fehleinschätzungen zum Anwendungs- und Nachfragepotential und zu den spezifischen Anforderungen des Anwendungsumfeldes an technische Lösungen zugrunde lagen.
- Die Zukunftsentwürfe der Informationstechnik in den 80er Jahren hoben weniger auf das technisch Machbare als auf die Konsequenzen und Folgen der Informationstechnik ab. Vorteilhaft wie auch nachteilige Folgen wurden thematisiert: Wettbewerbsvorteile versus Arbeitsplatzverlust, umfassender Informationszugang versus Informationsüberflutung, grenzenlose Kommunikation versus totale Kontrolle kennzeichnen die Hoffnungen und Befürchtungen, die in diese Tech-

nik gesetzt wurden. Ambivalenz der Technik – dies beherrschte auch im Jahre 1984 in Berlin die erste internationale Konferenz von BMFT und OECD zur Informationstechnik. Sie hatte den Titel „1984 und danach“ und knüpfte mit diesem Motto an den Titel des berühmten Romans von George Orwell an.

- Zukunftsentwürfe der Informationstechnik in den 90er Jahren bestehen (z.B. Zoche 1994) darin, daß sich das Interesse von Wirtschaft, Wissenschaft, Staat und Öffentlichkeit von dem, was technisch machbar – und daraus abgeleitet mit Hoffnungen und Befürchtungen verbunden – ist, auf die Frage verschiebt, welchen Lösungsbeitrag die Informationstechnik zu vielen Problemen in Wirtschaft, Arbeitswelt, Verkehr, Umwelt, Kultur, Gesundheit, Bauwesen und Stadtentwicklung liefern kann. Im Vordergrund steht, welche Probleme in den verschiedenen Bereichen von Wirtschaft und Gesellschaft einer Lösung bedürfen. Daraus lassen sich wichtige Hinweise zum Bedarf der weiteren Entwicklung der Informationstechnik ableiten.

Das die Anwendung der Informationstechnik bestimmende Umfeld verändert sich zum Teil drastisch, was die Technikanbieter zunehmend stärker berücksichtigen, um den Erfolg ihrer Innovationen sicherzustellen. Die Dringlichkeit des Perspektivwechsels ergibt sich auch aus den absehbaren Anforderungen an das Innovationssystem der 90er Jahre in Deutschland und den Kennzeichen der Technologie am Beginn des 21. Jahrhunderts. Während ich die erstgenannten Veränderungen als bekannt ansehe, werde ich auf die letzten zwei Aspekte genauer eingehen.

Die Dringlichkeit des Perspektivwechsels resultiert nicht zuletzt auch daraus, daß der gegenwärtige Entwicklungspfad der Industriestaaten hinsichtlich des Verbrauchs an Ressourcen, der Belastung des Klimas und des Wegbrechens der Beschäftigung langfristig nicht fortgesetzt werden kann. Der staatlichen (Technologie-)Politik kommt die wichtige Rolle zu, das Einschwenken auf einen verträglicheren Pfad vorzubereiten. Hierzu müssen visionäre Anwendungen neuer Techniken mit neuen Forschungsaufgaben verbunden werden, ohne die bestehenden Verantwortlichkeiten der Akteure zu verwischen. Die staatliche Technologiepolitik kann durch eine intelligente Mischung von klassischer Forschungsförderung, Stimulierung der Nachfrage, Setzung von Rahmenbedingungen und langfristig stabilen Signalen für Wissenschaft und Wirtschaft einen wichtigen Beitrag leisten. Die veränderte Landschaft der staatlichen Akteure hat dem Staat ohnehin neue Rollen zugewiesen, die als Grundelemente eines solchen

Umschwenkens genutzt werden können. Die Erfahrungen der Innovationsforschung zeigen, daß ein frühzeitiges und flexibles Einschwenken auf neue Entwicklungspfade für Wissenschaft und Technik von zentraler Bedeutung ist. Dieses frühe Einschwenken auf einen verträglichen Entwicklungspfad kann Deutschland und Europa auch eine Stärkung der Wettbewerbssituation bringen, deren Verlust derzeit so laut beklagt wird.

Nicht nur für die Unternehmen, auch für die staatliche Technologiepolitik stellt dieser Perspektivwechsel Neuland dar. Für die staatliche Technologiepolitik bedeutet er, daß bei der Programmplanung der eingefahrene Weg, Förderfelder über das Know-how der Experten, die in neuen Technologiefeldern Kompetenz besitzen, bestimmen zu wollen, zumindest ergänzt werden sollte (Lay 1993). Die wissenschaftlich „reizvollste“ Teilmotchnik ist nicht notwendigerweise auch diejenige, die das höchste Problemlösungspotential für Engpaßbereiche bietet, oder das Technikfeld, das für Zukunftsmärkte das breiteste Produktpotential aufweist. Die Prioritäten in geplanten Förderprogrammen müssen von daher Fachkompetenz einbeziehen, die auf den ersten Blick weit entfernt ist von dem zu fördernden Technikfeld. Ergebnisse der Umwelt- oder Bevölkerungsforschung können z.B. notwendige Leitlinien für die Formulierung von Forschungszielen in Materialforschungs- oder Informationstechnikprogrammen sein. Problem- und anwendungsorientierte Leitprojekte stellen Vehikel dar, um einen solchen Perspektivwechsel auch technologiepolitisch umzusetzen. Die Entwicklung solcher Leitprojekte bedarf eines intensiven Dialogs zwischen denjenigen, die Probleme definieren können, und den Technologieproduzenten, um Lösungsbeiträge und damit die „Technologieattraktivität“ hinreichend genau bestimmen zu können.

Die Entwicklung neuer Märkte hängt auch in zunehmendem Maße von den Trends und Veränderungen in ihrem weiteren Umfeld ab, die in unterschiedlichen Szenarien abgebildet werden können. Neue (gruppenorientierte) Organisationskonzepte z.B. werden erforderlich als Reaktion auf Marktveränderungen (Kundennähe, Durchlaufzeiten, Time to Market, Produktinnovationen, -komplexität), die wachsende Bedeutung des Menschen als Humanfaktor und Wissensträger, die räumliche und zeitliche Entkopplung von Arbeitsprozessen im Büro und die zunehmende Verkopplung von Funktionsbereichen (unternehmensintern und -übergreifend). Dies führt zu unterschiedlichen Lösungsansätzen einer Dezentralisierung bei gleichzeitiger Aufgabenintegration. Hieraus resultieren z.B. Inseln von Gruppenarbeit, aber auch computerunterstützte integrierte

Gruppenarbeit, deren Realisierung von der Entwicklung des Umfelds abhängt. Dies führt zu ganz unterschiedlichen Konsequenzen für die Informations- und Kommunikationstechnik (Zocher u.a. 1993). Beide Beispiele unterstreichen die Notwendigkeit einer sorgfältigen Analyse neuer Marktpotentiale mit ganz anderen Mitteln, als sie von der klassischen Marktforschung bisher verwendet wurden.

Die Vielfalt der Anwendungsvisionen ist groß. Während sich diese in der Bundesrepublik im wesentlichen auf neue Produktionsformen (fraktale Fabrik), Infrastrukturengpässe (integrierte Verkehrssysteme) und neue Leitbilder (Wachstum durch Intelligenz, Kreislaufwirtschaft) beschränken, wird in den USA und Japan (Nordhaus 1992; 1992a; Takeuchi, Noya 1993) auch zunehmend für globale Großprojekte plädiert. Letztere setzen auf große Wachstumseffekte der Schumpeter-Dynamik (Krupp 1992), mit deren Hilfe z.B. Klimafolgen – Überschwemmungen, Rückgang der Nahrungsmittelproduktion – nicht vermieden, aber bewältigt werden können.

2. Lead-Markets als Anwendungskontext für komplexe Innovationen

Analysen der Innovationstätigkeit transnationaler Unternehmen (Gerybadze u.a. 1997; Jungmittag u.a. 1999) zeigen, daß diese zunehmend in integrierten Prozeßketten denken und ihre Wertschöpfung nicht primär dorthin verlagern, wo allein die besten Bedingungen für die Forschung vorliegen. Für die FuE-Standortentscheidungen spielt offenbar die Nachfrageseite zunehmend eine wichtige Rolle. Betriebswirtschaftlich gesprochen steht eher die Frage im Vordergrund: „Wo werden Einnahmen erzielt, Nutzen gestiftet und neue Ressourcen geschaffen?“ anstatt: „Wo fallen Kosten an, und wo werden vorhandene Ressourcen verbraucht?“ Die Unternehmen gehen bei ihren transnationalen Investitionsaktivitäten demgemäß nach folgendem Entscheidungsmuster vor: Wo sind die attraktiven, zukunftsweisenden Märkte, in denen von Anwendern gelernt werden kann und ein genügend hoher Ertrag für aufwendige Produktentwicklungen generiert wird? Wo können diese Märkte durch hochentwickelte Produktions-, Logistik- und Zulieferstrukturen bestmöglich bedient werden? Wo lohnt sich infolgedessen der Aufbau von Wertschöpfung am Ort? In welchen Ländern fallen attraktive Märkte, hochentwickelte Produkti-

onsstrukturen und exzellente Forschungsbedingungen in einer Weise zusammen, daß innovative Kernaktivitäten dort gebündelt werden können?

Vor diesem Hintergrund der strategischen Entscheide in multinationalen Unternehmen werfen die von uns herausgearbeiteten Bestimmungsfaktoren und Motive folgende Fragen für die Technologiepolitik auf:

- (1) In welchen End-User-Markets gilt die Bundesrepublik als Trendsetter auch im europäischen bzw. internationalen Rahmen?
- (2) Wo sind regionale Produktionsstrukturen und Zuliefernetze auf einem derart hohen Entwicklungsstand, daß hochwertige Wertschöpfung langfristig am Standort Deutschland gesichert werden kann?
- (3) Welche Bereiche des regionalen Forschungs- und Technologiesystems sind weltweit auf Spitzenniveau und können zugleich Verstärkungswirkungen auf deutsche und europäische Lead-Markets und Produktionsstrukturen auslösen?
- (4) Wo werden durch Beteiligung an Forschungs- und Normierungsverbünden oder an national bzw. regional inszenierten komplexen Lernprozessen für Innovationen „dominante technologische Designs“ mitbeeinflusst, die anschließend zu Vorsprüngen im weltweiten Innovationswettbewerb führen?
- (5) Welche relative strategische Bedeutung hat der deutsche Markt und Produktionsstandort aus Sicht der Unternehmen in der Europäischen Union und in anderen Handelsblöcken?

Durch Herstellung effektiver Verknüpfungen dieser Kompetenzfelder und durch Ausbau von „Forward-Backward-Linkages“ kann es gelingen, schwer transferierbare Leistungsverbünde zu schaffen, die im weltweiten Maßstab einzigartig sind. Erst durch die Kombination von exzellenter Forschung mit hochentwickelten europäischen Lead-Markets oder von Forschung mit hochentwickelten Produktionsstrukturen kann sich die Bundesrepublik Deutschland als Standort für international nicht ohne weiteres transferierbare Kernkompetenzen positionieren.

Eine wesentliche neue Erkenntnis aus der erwähnten Untersuchung ergibt sich aus der Bedeutung sog. Lead-Markets. Auch kleine Länder können sehr innovativ sein und als Lead-Market funktionieren. Beispiele hierfür sind die Schweiz im Bereich medizinischer Implantate und klinischer In-

strumente sowie die skandinavischen Länder im Falle der Standardsetzung beim Mobilfunk. Was sind die Kennzeichen von Lead-Markets? Für sie treffen eines oder mehrere der folgenden Kennzeichen zu:

- (1) eine Nachfragesituation, die durch hohe Einkommens- und niedrige Preiselastizitäten oder ein hohes Pro-Kopf-Einkommen geprägt ist,
- (2) eine Nachfrage mit hohen Qualitätsansprüchen, großer Bereitschaft, Innovationen aufzunehmen, Innovationsneugier und hoher Technikakzeptanz,
- (3) gute Rahmenbedingungen für rasche Lernprozesse bei Anbietern,
- (4) Zulassungsstandards, die wegweisend für Zulassungen in anderen Ländern sind (z.B. Pharmazeutik in den USA),
- (5) funktionierendes System des Explorationsmarketing (Lead-User-Prinzipien),
- (6) spezifischer, innovationstreibender Problemdruck,
- (7) offene, innovationsgerechte Regulierung.

Die Attraktivität des deutschen (und des europäischen) Innovationssystems wird aus dieser Perspektive weniger von komparativ-statischen Wettbewerbsfaktoren (wie Löhne und Kosten) als vielmehr von seiner „dynamischen Effizienz“ bestimmt (die Wirtschaftstheorie unterscheidet zwischen statischer – bezogen auf einen Zeitpunkt – und dynamischer – bezogen auf eine längerfristige Entwicklung – Effizienz. Statische und dynamische Effizienz können durchaus im Widerspruch stehen). Letztere ist weitgehend vom Ausmaß der sozialen und organisatorischen Intelligenz beim Finden und Durchsetzen neuer Strukturen und Märkte abhängig. Werden in Deutschland komplexe Systeminnovationen (wie Road Pricing, Produkt-/Dienstleistungspakete, Kreislaufwirtschaftskonzepte, neue Anwendungen der Informationstechnik) erarbeitet, die weltweit Anwendungsmöglichkeiten finden? Offensives Lernen durch vielfältige Feldversuche und Pilotvorhaben zum Finden technischer, wirtschaftlicher, rechtlicher und sozialer Lösungen ist wesentlich. Solche Lernprozesse benötigen oft Jahre. Das Innovationssystem, das diese komplexen Lösungen zuerst beherrscht, ermöglicht den beteiligten Unternehmen Wettbewerbsvorsprünge und weist eine höhere internationale Attraktivität für Investoren auf. Die Zielgruppe der Technologiepolitik hat sich gewandelt. Forschungsgetriebene Unternehmen nehmen einen Strategiewechsel vor und berück-

sichtigen stärker die Bedingungen von führenden Märkten und Produktionsnetzwerken.

Dieses letzte Beispiel zeigt eindrücklich: Die multinationalen, FuE-treibenden Unternehmen suchen – auf unser Thema bezogen – die Anwendungskontexte, und zwar die interessanten, attraktiven Kontexte zum Lernen, um neue robuste und wettbewerbsfähige Lösungen zu entwickeln. Dies eröffnet neue Perspektiven für eine Standortpolitik und zeigt, daß auch im Zeitalter der Globalisierung für regionale und nationale Politik Handlungsspielräume bestehen. Diese müssen allerdings anders als bisher genutzt werden.

Literatur

- Biervert, B.; Behrendt, E.; Helbig, M.; Monse, K.: Informatisierung von Dienstleistungen – Entwicklungskorridore und Technikfolgen für die privaten Haushalte, Opladen 1991.
- Gerybadze, A.; Meyer-Krahmer, F.; Reger, G.: Globales Management von Forschung und Innovation, Stuttgart 1997.
- Hippel, E. von: The Sources of Innovation, New York/Oxford 1988.
- Jungmittag, A.; Meyer-Krahmer, F.; Reger, G.: Globalisation of R & D and Technology Markets – Trends, Motives, Consequences. In: F. Meyer-Krahmer (ed.): Globalisation of R & D and Technology Markets, Heidelberg 1999, pp. 37-77.
- Krupp, H. (ed.): Energy Politics and Schumpeter Dynamcis – Japan's Policy between Short-term Wealth and Long-term Global Welfare, Berlin/Heidelberg/New York 1992.
- Lay, G.: Perspektivwechsel in der Planung von Forschungs- und Entwicklungszielen, FhG-ISI, Karlsruhe 1993.
- Lundvall, B.-Å. (ed.): National Systems of Innovation, London 1992.
- Meyer-Krahmer, F.: Comment on Keith Hartley, National Defence Policy and the International Trade Order. In: H. Siebert (ed.): Towards a New Global Framework for High-Technology Competition, Tübingen 1997, pp. 184-189.
- Meyer-Krahmer, F.: Nationale Forschungs-, Technologie- und Standortpolitik in der globalen Ökonomie. In: D. Messner (Hrsg.): Die Zukunft des Staates und der Politik, Bonn 1998, S. 270-300.
- Nordhaus, W.: An Optimal Transition Pass for Controlling Greenhouse Gases. In: Science, vol. 258, 1992, pp. 1315-1319.
- Nordhaus, W.: Lethal Model 2 – The Limits to Growth Revisited. In: Brookings Papers on Economic Activity, vol. 2, Washington 1992a, pp. 1-43.

Schmoch, U.: Tracing the Knowledge Transfer from Science to Technology as Reflected in Patent Indicators. Presentation on the Workshop: Scientometric Methods of Research Evaluation in the Science, Social Sciences and Technology, Potsdam 1991.

Takeuchi, K.; Noya, T.: Eine neue Globalstrategie zur Bewältigung des Treibhauseffektes, University of Tokyo, Tokyo 1993 (deutsche Übersetzung).

Zoche, P.; König, R.; Harmsen, D.-M.: Szenarien zum zukünftigen Bedarf an kommunikationstechnischen Lösungen, FhG-ISI, Karlsruhe 1993.

Zoche, P.: Herausforderungen für die Informationstechnik, Heidelberg 1994.

Anticipating on Contextualization – Loci for Influencing the Dynamics of Technological Development

New technologies get embedded in society, and their eventual impact depends on these processes of contextualization. This article addresses the question whether it is possible to direct, or at least influence, technical change for the better. There is a lot of interest, from the side of policy makers as well as critical societal groups, in this question. It can be instrumentalized by asking for “handles” to steer or guide technological development, for example towards a sustainable society. Instrumentalization is necessary, but attempts at intervention should take the dynamics of technological development into account.

The Verbund Sozialwissenschaftliche Technikforschung (Lang, Sauer 1997, p. 20) identifies a paradox: especially in R&D-based innovations, the developmental trajectory optimizes the new process or product as such, but its success requires re-contextualization, a process which cannot be anticipated fully, let alone determined, at the earlier stages of the trajectory.

History, sociology and economics of technology tell us how technologies were developed and became embedded in society. Sometimes technologies fulfilled dreams, but nightmares were created as well. The outcomes cannot easily be controlled, as the case of the telephone shows very well. The dreams the telephone eventually fulfilled were very different from the ones dreamt originally – communicating between operations in the centre and in the periphery of the town, and piping concerts from the concert hall in the city centre to the suburbs (Fischer 1992). In other words, we cannot base intervention strategies on predictions of eventual achievements. Anticipation as part of learning processes during the trajectory are the best we can do.

Perhaps we should forget about intervention and be content to counteract what appears to go wrong here and now? For the moment, we work on

the assumption that more is possible. We should not forego all hope that we can anticipate, and on that basis, guide technological developments in desirable directions. The key entrance point is a better understanding of the patterns in the dynamics of technological development.

Recent sociology of technology, together with the empirical part of economics of technology, provide a rich (even if sometimes patchy) understanding of the dynamics of technological development and its embedding in society (Rip, Kemp 1998). This understanding is essentially retrospective, however, based on historical case studies and surveys. The patterns and regularities found in this way may be extrapolated into the future, but at a risk: circumstances may be different, and in fact, will be different already because of preceding technological developments and their dynamics.

There is also another paradox: since actors will act strategically, including action based on the understanding of earlier dynamics, this may then shift the dynamics into a new pattern, undermining the basis for their action. Self-negating prophecies, as in the case of warnings that are heeded, are an example of such a shift. An intriguing further example is provided by Moore's Law, which has held for more than three decades now because actors direct their efforts and coordinate their actions with the continuation of Moore's Law as the frame of reference (Van Lente, Rip 1998a). As a news report in *Science* (1998) phrases it: "Researchers around the globe are working furiously to extend the life of Moore's Law by coming up with alternative chip-patterning techniques for use when current lithographic tools hit the wall." It is exactly because of such efforts, driven by innovation competition, that advances in chip technology remain predictable. As soon as firms decide to adopt another strategy, and go for alternatives, Moore's Law would lose its hold, and thus its validity.

Does this imply that the insights of sociology and economics of technology are to no avail? Are there no foundations for intelligent intervention? Indeed, sociologists, economists and political science scholars of technology should be modest about their contribution. But one can shift the perspective (and thus the ambitions) from one of guaranteeing the achievement of a desired goal, to modulating ongoing dynamics in the hope of getting closer to one's goals. This is like Charles Lindblom's productive "muddling through" approach, but with an added point: understanding the dynamics of development allows one to identify opportunities for intervention, and

specify how such interventions can be productive. This will not resolve the complexities of anticipation and intervention but will go some way to mitigate them.

The present paper takes up this modest challenge. It offers a concise view of the dynamics of new technology and its embedding in society. And it addresses the issue of guiding, orienting, steering or forcing technological developments by identifying *loci* where intelligent intervention stands a good chance to make a difference.

1. Our present understanding of technology dynamics

One important insight offered by recent sociology and economics of technology is visible in Van de Ven et al. (1989) studies of product creation processes within a firm, as innovation journeys with their setbacks and shifts. The metaphor of an innovation journey can be extended to include anticipation on embedment in society, which is increasingly important, e.g. for biotechnology firms (Rip, te Velde 1997). If one takes technology as one's focus, rather than a firm, and thus takes a number of organisations (firms as well as other organisations) into account, processes with non-linearities, branching, and path-dependencies are even more striking (Rip 1993).

The other (and related) insight is about the importance of linkages, networks, and alignment. This holds for innovations, as in the well-known contrast between regular (or incremental) innovations and "architectural" (or radical) innovations, where competencies as well as market relations are disrupted and have to be built up again (Abernathy, Clark 1985). And it holds for sectors and regimes, as in Garud (1994)'s analysis of "fluid" and "specific" structures, and Callon (1998)'s closely related distinction between "hot" and "cold" situations. The importance of linkages and alignments extends beyond innovations and industry structures to the embedding of technology in society, which includes mutual adaption with other products and actors, and articulation of acceptability (Rip 1995).

Generally speaking, there is co-evolution of innovations and industry structures, and more broadly, of technology and society, and there are definite patterns in the co-evolution (Rip, Kemp 1998). While there will al-

ways be contingencies, there is also linkage creation, increasing alignment, and thus a certain amount of predictability, or at least, reasonable foresight.

Our question about intelligent intervention can now be reformulated, in a first round, as one of anticipation on eventual contextualization of a novel technology (in the course of innovation journeys and their interactions), and identification of possibilities for intervention, based on the general understanding of technology dynamics just outlined.

To do so, the complexities of the real world have to be simplified into stylized facts, which must be sufficiently rich to capture complexity, but also simple enough to allow application across a variety of cases.

The first simplification is to focus on typical activities in innovation journeys. These activities (like invention, development, prototyping, introduction, diffusion) may occur sequentially, but always with feedback and feed-forward loops. Also, the identity of the “travellers” (the actors as well as the technological options being developed) – may change in the course of the journey. The case of the telephone is a clear example, but it is visible in almost all innovations (cf. Deuten and Rip’s case study on the development of an industrial enzyme). Anticipation on context is important, and this may well be internalized and institutionalized, test laboratories and consumer panels being, by now, obvious examples (Van den Belt, Rip 1987).

Actors involved with developing and introducing a new technological option will immediately recognize this way of capturing the dynamics of development. But it has a definite “concentric” bias, in the way it starts with novelty creation and following its journey over time and over space. One could, instead, focus on sectors and regimes from the beginning, or even more broadly, on evolving socio-technical landscapes, or on techno-economic paradigms as Freeman calls them (Rip, Kemp 1998). Such a non-concentric view is not biased toward success, and this is important because many new options die at an early stage. For the question of influencing overall developments, reviving the options left by the wayside, or shifting the success criteria more generally, are important options.

While the analysis in this article focuses on interventions in innovation journeys that will have an effect later on, and thus assumes the continua-

tion of the innovation journey, we are not limited to the concentric bias. The learning that occurs, and the network building efforts, have effects, also when the new technological option itself is not pursued.

The concentric approach implies an increasingly broader scope of the dynamics that are being traced along the innovation journey. As we shall show below, broader considerations apply in earlier stages as well, if only in the form of promises (Van Lente 1993). This is an additional argument to use the “techno-economic network” mapping approach of Callon et al. (1992) to base one’s definition of intervention on. It is a tool to map linkages and networks as they occur, but it introduces simplifications to keep the mapping exercise manageable. They now use four “poles” to characterize activities: science, technology, market, and regulation, each of them operationalized in terms of dominant intermediaries and interactions (say, the four Ps: publications, patents, profits, and performances). If one is unhappy with these “poles”, it is always possible to extend or modify these categories.

The two simplifications together (the journey metaphor and alignments categorized in terms of four “poles”) allow a useful visualisation of actual innovation and application/adoption in a two-dimensional scheme, with time on the vertical axis, and the Science, Technology and Market/Society poles of techno-economic networks on the horizontal axis. (Here, we keep the original three-pole scheme, but add “society” to the market pole to indicate all further aspects, including regulation.)

Of course, such a scheme reduces complexities, and it cannot replace more detailed analysis and discussion. But it is a useful reduction, and there have been enough case studies and comparative studies to be able to say that it does capture some general features.

The scheme is descriptive (how do things actually go), not normative (how should things go in order to achieve X or accommodate to value A). It allows one to position the role of anticipation on contextualization more clearly, and draw out implications for intelligent intervention.

We think three types or clusters of activities can be distinguished: building up of a protected space, stepping out into the wider world, and sector-level changes, and we will arrange our discussion accordingly.

	Science	Technology	Market/Society
new options	promising findings	technological opportunities	user's ideas
building a protected space	re-orientation of R&D agendas	mobilization of resources	articulation of functionality, of demand, diffuse scenarios
development	problem solving	ongoing development work	limited checks on patents, regulation, markets
prototype	trouble-shooting	first implementation and tests	identification of lead users, of first-round markets
introduction		socio-technical demonstrators	tentative introduction
adoption, diffusion	rationalisation	service, adaptation, emerging standards	market niches, branching out, linkages to other sectors
wider changes	new questions, incl. impact monitoring	sectoral changes	(possibly) regime shift

Mapping the Innovation Journey in Context

2. Building-up a protected space for “hopeful monstrosities”

The simplified storyline of the innovation journey-in-context starts with the identification of a technological opportunity. Nowadays often in relation to R&D findings or scientific advance in general, but other sources remain important. One example is the idea to solve the problem of storing electricity with the help of reservoirs into which water would be pumped by electrical power, so that the energy would be stored, to be transformed into electrical power again when needed. Suggestions or questions from (professional/knowledgeable) users can also identify opportunities, as von Hippel (1976) has made clear.

The role of science varies, but has often to do with the discovery or modification, in the laboratory, of an effect which is linked with potential appli-

cation. An example is the discovery of high-temperature superconductivity, which led to speculations about more efficient magnetic trains (eventually, other applications of this new laboratory phenomenon turned out to be more realistic, e.g. detection systems for very weak magnetic signals).

In the pharmaceutical industry, the search for “leads” is a recognized activity, and this has to do with the level of articulation of functions to be fulfilled: (re)searchers have a good idea of what they should be looking for. In other sectors, functions, and thus search for opportunities, are articulated more *ad hoc*. From the world of science, there is a continuous stream of ideas and promises, but with reference to broad and diffuse functionalities only (for membrane science and technology, Van Lente and Rip (1998) provide a detailed study of the dynamics).

For our analysis, the key point is that such technological opportunities start out as “hopeful monstrosities” (Mokyr 1990; Stochhorst 1997): full of promise, but not able to perform very well. Actors will make more specific promises (to sponsors) to mobilize resources to be able to work on the technological opportunity, and nurture it into a semblance of functionality – what is called “proof of principle”.

Such promises anticipate, and thus further articulate functions and possible societal demand. Because they also specify what the material, device or artefact should be able to do (“performance”), this identifies and stabilizes an R&D agenda. As Van Lente (1993) phrased it, a promise-requirement cycle is started up and shapes the trajectory.

There will be a lot of hype and hand-waving, and actors will take up different positions (exaggerate, or underplay the promise for fear of creating disappointments and a backlash). Quality control of the rhetorics is important (for all actors), but cannot, by definition of the situation, be definitive. Certain patterns have become recognizable, though (“gee whizz” factor; goldrush/bandwagon, and decline when the “nomads” have travelled on). We note in passing that quality control is also necessary at the side of the resource providers, within a firm or in the public domain, who often have a portfolio to fill with promising projects, and are eager to find them.

The net effect of the networking and resource mobilisation is the emergence of a protected space for promising R&D, for developing the tech-

nological opportunity. Part of the protection stems from a (precarious) agreement over a diffuse scenario about functions to be fulfilled and their societal usage. The nature of the protected space, its boundary agreements, the rules and heuristics derived from the promises that were made, together determine choices and directions. Work within the protected space thus proceeds according to its own dynamics, with only occasional checks with the scenario of usage (if at all).

The advantages are clear; they are recognized and consciously applied, in an extreme version, as skunk works, as when IBM constituted a separate group, with its own resources and outside regular management control, to develop its PC. (Actually, the practice was pioneered as a conscious management tool by Lockheed aircraft company in the 1940s (Valéry 1999).

The risks derive from the fact that the diffuse scenario which legitimated the creation of the protected space remains diffuse. This may create problems later on, which require repair work and/or (unexpected) shifts in direction. And sometimes, the promise will turn out to be empty after all.

3. Stepping out into a wider world

At some moment of time, a decision is taken (or emerges) to go for prototypes or other attempts at demonstrating a working technology. Activities include prototyping, exploring/optimizing production, with trouble-shooting and rationalization through further research, with implementation and learning about usage, and with preliminary market or demand testing. In the case of biotechnology, also regulation and acceptability become real issues, and might direct efforts in particular directions.

These activities are much less self-contained than the earlier research and development, and fall prey to intra- and inter-organizational tensions. Different interactions and management styles are called for. Garud and Ahlstrom (1997) contrast the "enactment style" of the insiders with the "selection cycles" in which outsiders are involved as well. The complexity is all the more troublesome because time pressures are often very large at this stage. As Deuten et al. (1997) emphasize, the need to learn (in order to introduce the innovation successfully) may be great, but there may not be space for learning.

A useful way of assessing the complexity is to map the socio-technical couplings that occur, for example with other actors in the chain, with government bodies, with third parties (for example, consumer groups), and check for balance and for possible path-dependencies. Some of these couplings are already present for other reasons (e.g. alliances), or have been made at an earlier stage (Deuten et al. 1997).

With the tentative introduction of the new product or process, with a few customers ("lead users"), or in a "societal" experiment (often in collaboration with public authorities, as in the case of electric vehicles), the complexity increases, but also the opportunities for real-world learning and subsequent modification of the product. Because specific socio-technical couplings are introduced, path-dependencies may occur: certain niches are created for learning, so the kind of learning depends on the niches, and this may not be adequate to the demands and selections in the wider world. In addition, visibility of the project/the product increases, and this will have repercussions.

Socio-technical demonstrators are important, but not always possible in a direct way. For some socio-technical systems, social experiments are done: real-life, but experimental use, to learn about the system, about use, and about articulation of demand (see Schot et al. 1994; Weber et al. 1999 on electric vehicles). These are full-blown socio-technical demonstrators, in a situation where the devices are available, but the system is still uncertain.

When the devices are still uncertain, there can be try-outs with proto-types. Often, this is only possible in collaboration with an intermediate or professional user, who as it were provides the system, at least, the system as s/he is utilizing up till then. So the "real life" aspect becomes more dubious.

Market introduction, an important concern for marketeers and for higher levels in a firm, is therefore a gradual process rather than a point decision. The non-linear nature of adoption of new products and technologies, while recognized retrospectively, requires lateral thinking, away from present functionalities and prospects of the product. An interesting example is the use of industrial enzymes not for the projected improvement of main industrial processes but to stonewash denim for jeans – a niche market and an occasion to get production and utilisation experience with such enzymes relevant for broader industrial usage.

The “market” is not one-dimensional, nor homogeneous, and demand is only gradually articulated in response to supply – in the late 19th century, there was no articulated demand for automobiles, and producers gradually learned to distinguish relevant product attributes in interaction between new technical possibilities and customer responses (Abernathy et al. 1983). The point continues to be important, in the large as with modern biotechnology and multi-media technology, and in the small (Green 1992; Bower, Christensen 1995).

There must be something like a protected space for the new product, so that it will survive the otherwise too harsh selection. At the same time, limitation to the particular protected space creates a product that survives only within that space. This may well be the final outcome: a product existing in one market niche. But introducers of new products often want more, and explore further market niches. In general, a strategy of ever widening “niche management” is in order (Weber et al. 1999).

4. Sector-level changes

The new product and/or new technology branches out in various ways. There have been some retrospective studies of these processes: of the telephone, developed with a view to other uses (Fischer 1992; de Sola Pool 1983); electric lighting between 1880 and 1930 is another interesting example (Marvin 1988; Nye 1990). Such historical studies are very important to broaden the perspective and create a sensibility, with actors keen on immediate success for their projects, for cross-linkages and shifts.

Branching of niches leads to niche “piling” (Schot 1998): heaped on top of each other, the niches add up to something more than their simple sum. There is a cumulative effect of further varieties of application, suppliers orient themselves to the new technology, economies of scale and scope are exploited, and recognition, by users, of further possibilities (think of telephone and electric lighting again) creates new socio-technical linkages. The sector starts to change, and its relations with other sectors change. The latter can become so important that the technology driving such changes by being taken up widely is called a pervasive technology, and characteristic for a new techno-economic paradigm (Freeman 1992).

Path-dependencies occur, and for a variety of reasons: increasing returns (Arthur 1996), *de facto* standard setting (David 1985), sunk investments in competencies and culture (Burgelman 1994; North 1990). We have used the concept of a technological regime to indicate an emerging and then stabilized set of rules guiding technological development and its embedding in society, which thus marks the advent of path-dependency and allows us to trace its nature (Rip, Kemp 1998; Kemp et al. 1999).

The development of computers in the 1940s and 1950s (and beginning of 1960s) provides an interesting example. Computers started out being part of existing computing and automation regimes, and only gradually developed their own dynamics (linked to software, and in particular programming with the help of programming languages (and an infrastructure including compilers), rather than programming by creating physical linkages. By 1965, the tables were turned, and computer (plus software) led developments rather than having to adapt. A computer regime was established (Van den Ende, Kemp 1999).

As with emerging rules and institutions in general, a reversal occurs in which a precarious product of actions and interactions of actors, requiring care and repair all the time, turns into a stable regime which orients actions and perceptions. This is the way to understand how design hierarchies become established (Clark 1985), and the regime concept can be used to broaden the notion of design hierarchy (Van de Poel 1998).

Cumulative effects may thus lead to the emergence of new regimes and/or shifts in existing regimes. This is a multi-actor, multi-level process, in which no single actor can sway the balance intentionally. Actors will attempt to do so, of course, jockey for position in the newly emerging games and regimes, and involve themselves in strategic alliances. In standard setting in information and communication technology and in consumer electronics such processes are very visible. While the actors involved, as well as the media reporting on the struggles, may think in terms of heroic stories in which power and cleverness of the actors determine the outcome, the cumulative process of increasing interdependencies and sunk investments is the major explanation.

5. Suggestions for influencing developments

Our brief sketches of technological development and contextualization using a techno-economic network map to show context from the beginning emphasized linkages and alignment, and increasing path-dependencies. If actors want to exert influence and change the path in another direction, they face the momentum that has been built up and the loss of malleability because of increasing alignment. Instead of only an obstacle, path-dependency can also be seen as an opportunity. If one can help shape the path and its ensuing dependencies at an early stage, there is no need to interfere later on: the irreversibilities along the path will take care of maintaining direction.

To do so in practice, one has to understand the dynamics of such developments in context, as well as be able to anticipate eventual impacts of possible paths so as to have some assurance that the direction is a desirable one. The challenge of the latter requirement has been taken up by technology assessment, in its various guises, and the principle problems connected with it have been set out by Collingridge (1980) in the form of a dilemma: By the time one can assess impacts with some confidence, it is too late to change the technology. But when one goes back to an earlier stage, one cannot yet identify impacts.

For an understanding of dynamics in context, the present article offers a general outline. It shows, in addition, that there are preferred *loci* for intervention: just before “gelling”, it is still possible to exert influence, while there is some assurance that a real difference will be made because it will be part of the ensuing trajectory. Three such *loci* are visible in our present analysis: when a protected space for early development emerges; at the first introduction into the wider world; and when niches start to branch and pile.

How can one anticipate and intervene? In general terms, it is not brute force but playing with the dynamics which will make a difference. Modulation (with some orchestration) of the dynamics appears to be the right approach (Rip 1998). With the many actors involved, and the heterogeneity of their interests and strategies, there is no guarantee that fragmentation will be overcome. Conflicts over standards and the difficulty to resolve them are an example – but an example which also shows that standards are defined and adhered to. Kuhlmann (1998), when discussing mo-

dulation (or moderation, as he calls it), emphasizes that a “shadow of authority” is necessary to break through impasses. In our studies of Constructive Technology Assessment (Schot, Rip 1997), we have shown that credibility pressures, for example in relation to environmentally-friendly products and processes, play a similar role.

Both authority and credibility pressure are also routes through which public interest considerations about desirable directions can be brought to bear on the dynamics of development. While this happens, for example in technology forcing regulation by governments and in public debates and consensus conferences about new technologies and their eventual impacts, there are definite limitations (Schot, Rip 1997). The assessment-and-control dilemma highlighted by Collingridge cannot be resolved by invoking public interest. But it is possible to make some progress by recognizing ongoing assessments and attempts at control throughout development paths, and improving on them whenever possible. Such “life-long learning” is the keystone of the Constructive Technology Assessment approach (Rip et al. 1995).

Thus, in addition to the idea of modulation and the identification of *loci* where actors can make a difference, we advocate a trial & learning (rather than a trial & error) approach. The innovation journey, as it occurs anyway, must be enriched by anticipations and interventions. Anticipations of outcomes (including impacts of the technology on society) must be an ongoing concern, rather than *ad hoc* efforts to persuade a sponsor or regulator that the journey can continue. The learning made possible through scenarios (especially important at an early stage), socio-technical demonstrators, and the recognition of niches, must feed back into (socio-)technical developments. Interventions, by various stakeholders and by actors speaking for the public interest (the two categories overlap), must be enlightened, that is, informed by understanding of the dynamics of technological development, its embedding in society, and the co-production of impacts (Rip, Kemp 1998).

This general approach works out differently for the three *loci* we identified, because the dynamics and the extent of embedding in society are different.

(a) Modulate promise-requirement cycles, and the attendant resource mobilisation activities, so as to build a forceful agenda (for work in the protected space) on which general interests appear in addition to (short-

term) actors' interests. Assess the balance of socio-technical couplings, now from the point of view of desired societal aims. It is important to force some articulation of the diffuse scenario, even if this cannot be done with the help of a "socio-technical demonstrator" yet. There is nothing to demonstrate at this stage. But one can present ideas and expectations, and learn from responses by prospective users, opinion leaders (this is what some firms in biotechnology are doing to get a first check on their product development portfolio). Socio-technical scenarios could be built as a kind of prospective socio-technical demonstrators.

(b) Modulate the introduction of a new process or product, seeing it as an experiment (in society rather than in a laboratory) through which one can learn about the technology and its impacts. As Weber et al. (1999, p. 11) note: "Demonstration projects often aim at convincing others of the usefulness of a certain innovation, while [one should] aim to explore and learn in a quasi-controlled manner about the practicalities outside of the R&D setting." In the cases they have studied in the domain of transport (including electric vehicles), such learning does not always occur because of short-termism and political exigencies.

(c) Modulate the cumulative processes which may lead to regime changes. This is the most uncertain and precarious of the three *loci*, because of the involvement of many actors in many places, and the limited influence each individual actor can have on the outcome. Weber et al. (1999) propose to evaluate present regimes and the possibilities to shift them in desirable directions, and identify opportunities to influence niche branching and niche piling. Van de Poel (1998), after analyzing eight cases of regime change, emphasizes the twin requirements of creating openings for transformation by undermining the legitimacy of the existing regime, and building a technical agenda and developing technical alternatives to fill up the space thus created.

In this article, we have not addressed the full scope of the challenge how to better handle technology in society. We limited ourselves to identifying three *loci* where anticipatory intervention can make a difference. There are other such *loci*. In a quasi-evolutionary analysis of new technological developments in selection environments, anticipation on selection occurs all the time, and can become institutionalized. We noted already the role of test labs; in general, one can speak of an (institutionalized) nexus between variation and selection (Van den Belt, Rip 1987; Schot, Rip 1997).

This is another instance of “gelled” alignment, now as an institution rather than a stage in a process. Fonk (1994) has shown that such (existing or emerging) nexuses can be used to introduce “images of the future” in the process; in particular, images drawn from a consumer perspective.

Our analysis indicates what productive requirements will be on anticipation (e.g. articulate diffuse scenarios) and on intervention (modulation rather than force). There is, however, no guarantee that enlightened intervention will lead to desirable outcomes. In other words, we have not resolved the assessment-and-control dilemma. What we have done, instead, is to reformulate it, from a stark contrast between knowledge and control at the beginning and at the end, to ongoing processes of anticipation and intervention. The further step was to emphasize the importance of learning and modulation, as two sides of one reflective process.

Concrete reflective processes will always be situation- and technology-specific. In other words, our general considerations will be, and must be complemented by a general attention to identifying forks in the development, critical conjunctures, or other key points, where feedback from desired aims can have real, and realistic, effects. *Ad hoc* grasping of opportunities is to be welcomed rather than systematized away – provided it is linked to a framework of learning and modulation.

References

- Abernathy, W.J.; Clark, K.B.: Innovation: Mapping the Winds of Creative Destruction. In: Research Policy, vol. 14, 1985, pp. 3-22.
- Abernathy, W.J.; Clark, K.B.; Kantrow, A.M.: Industrial Renaissance – Producing a Competitive Future for America, New York 1983, pp. 25-26.
- Arthur, W.B.: Increasing Returns and the New World of Business. In: Harvard Business Review, July-August 1996, pp. 100-109.
- Bower, J.L.; Christensen, C.M.: Disruptive Technologies: Catching the Wave. In: Harvard Business Review, Jan-Feb 1995, pp. 43-53.
- Burgelman, R.A.: Fading Memories: A Process Theory of Strategic Business Exit in Dynamic Environments. In: Administrative Science Quarterly, vol. 39, 1994, pp. 24-56.
- Callon, M. (ed.): The Laws of the Market, Oxford 1998.
- Callon, M.; Larédo, P.; Rabeharisoa, V.: The Management and Evaluation of Technological Programs and the Dynamics of Techno-economic Networks: The Case of the AFME. In: Research Policy, vol. 21, 1992, pp. 215-236.

- Clark, K.B.: The Interaction of Design Hierachies and Market Concepts in Technological Evolution. In: Research Policy, vol. 14, 1985, pp. 235-251.
- Collingridge, D.: The Social Control of Technology, London, 1980.
- David, P.A.: Clio and the Economics of QWERTY. In: American Economic Review, vol. 75, 1985, pp. 332-337.
- Deuten, J.J.; Rip, A.: Narrative Infrastructure in Product Creation Processes. In: Organization, 2000 (forthcoming).
- Deuten, J.J.; Rip, A.; Jelsma, J.: Societal Embedment and Product Creation Management. In: Technology Analysis & Strategic Management, vol. 9, no. 2, 1997, pp. 219-236.
- Fischer, C.S.: America Calling – A Social History of the Telephone to 1940, Berkeley/Cal. 1992.
- Fonk, G.: Een constructieve rol van de consument in technologie-ontwikkeling – Constructief Technologisch Aspectenonderzoek vanuit consumentenoptiek, SWOKA, The Hague, PhD thesis, University of Twente, Enschede 1994.
- Freeman, Ch.: The Economics of Hope – Essays on Technical Change, Economic Growth and the Environment, London 1992.
- Garud, R.: Cooperative and Competitive Behaviors During the Process of Creative Destruction. In: Research Policy, vol. 23, 1994, pp. 385-394.
- Garud, R.; Ahlstrom, D.: Technology Assessment: a Socio-cognitive Perspective. In: Journal of Engineering and Technology Management, vol. 14, 1997, pp. 25-48.
- Green, K.: Creating Demand for Biotechnology; Shaping Technologies and Markets. In: R. Coombs et al. (eds.): Technological Change and Company Strategies – Economic and Sociological Perspectives, London/New York etc. 1992, pp. 164-184.
- Hippel, E. von: The Dominant Role of Users in the Scientific Instrument Innovation Process. In: Research Policy, vol. 5, 1976, pp. 212-239.
- Kemp, R.; Rip, A.; Schot, J.: Constructing Transition Paths Through the Management of Niches. In: R. Garud; P. Karnoe (eds.): Path Dependence and Creation, Mahwah/N.J. 1999 (forthcoming).
- Kuhlmann, S.: Politikmoderation – Evaluationsverfahren in der Forschungs- und Technologiepolitik, Baden-Baden 1998.
- Lang, Ch.; Sauer, D. (Hrsg.): Paradoxien der Innovation, Mitteilungen Heft 19/1997, Verbund Sozialwissenschaftliche Technikforschung, München, November 1997.
- Marvin, C.: When Old Technologies Were New – Thinking About Electric Communication in the Late Nineteenth Century, New York 1988.
- Mokyr, J.: The Lever of Riches, New York 1990.
- North, D.C.: Institutions, Institutional Change and Economic Performance, Cambridge 1990.
- Nye, D.E.: Electrifying America – Social Meanings of a New Technology, 1880-1940, Cambridge/Mass. 1990.

- Pool, I. de Sola: *Forecasting the Telephone – A Retrospective Technology Assessment*, Norwood/N.J. 1983.
- Rip, A.: *Cognitive Approaches to Technology Policy*. In: S. Okamura et al. (eds.): *New Perspectives on Global Science and Technology Policy. The Proceedings of NISTEP Third International Conference on Science and Technology Research*, Tokyo 1993, pp. 81-96.
- Rip, A.: *Introduction of New Technology – Making Use of Recent Insights from Sociology and Economics of Technology*. In: *Technology Analysis & Strategic Management*, vol. 7, no. 4, 1995, pp. 417-431.
- Rip, A.: *The Dancer and the Dance – Steering in/of Science and Technology*. In: A. Rip (ed.): *Steering and Effectiveness in a Developing Knowledge Society*, Utrecht 1998, pp. 27-49.
- Rip, A.; Kemp, R.: *Technological Change*. In: S. Rayner; E.L. Malone (eds.): *Human Choice and Climate Change*, vol. 2, ch. 6, Columbus/Ohio 1998, pp. 327-399.
- Rip, A.; Misa, Th.J.; Schot, J.W. (eds.): *Managing Technology in Society – The Approach of Constructive Technology Assessment*, London 1995.
- Rip, A.; Velde, R. te: *The Dynamics of Innovation in Bio-Engineering Catalysis – Cases and Analysis*, Seville: European Commission Joint Research Centre, Institute for Prospective Technology Studies, May 1997, Technical Report Series EUR 17341 EN.
- Schot, J.W.: *The Usefulness of Evolutionary Models for Explaining Innovation – The Case of the Netherlands in the Nineteenth Century*. In: *History and Technology*, vol. 14, 1998, pp. 173-200.
- Schot, J.; Hoogma, R.; Elzen, B.: *Strategies for Shifting Technological Systems – The Case of the Automobile System*. In: *Futures*, vol. 26, no. 10, 1994, pp. 1060-1076.
- Schot, J.; Rip, A.: *The Past and Future of Constructive Technology Assessment*. In: *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 54, 1997, pp. 251-268.
- Science: *Can Chip Devices Keep Shrinking?* 13 December 1996, p. 1834.
- Stoelhorst, J.-W.: *In Search of a Dynamic Theory of the Firm – An Evolutionary Perspective on Competition under Conditions of Technological Change with an Application to the Semiconductor Industry*, PhD thesis, University of Twente, Enschede 1997.
- Valéry, N.: *Innovation in Industry*. In: *The Economist*, 20 Feb 1999, pp. 1-128, at p. 18.
- Van den Belt, H.; Rip, A.: *The Nelson-Winter/Dosi Model and Synthetic Dye Chemistry*. In: W.E. Bijker et al. (eds.): *The Social Construction of Technological Systems – New Directions in the Sociology and History of Technology*, Cambridge/Mass. 1987, pp. 135-158.
- Van den Ende, J.; Kemp, R.: *Technological Transformations in History – How the Computer Regime Grew out of Existing Computing Regimes*. In: *Research Policy*, 1999 (forthcoming).
- Van de Poel, I.: *Changing Technologies – A comparative Study of Eight Processes of Transformation of Technological Regimes*, PhD thesis, Enschede 1998.

- Van de Ven, A.H. et al.: Research on the Management of Innovation – The Minnesota Studies, New York 1989.
- Van Lente, H.: Promising Technology – The Dynamics of Expectations in Technological Developments, Delft 1993.
- Van Lente, H.; Rip, A.: The Rise of Membrane Technology – From Rhetorics to Social Reality. In: Social Studies of Science, vol. 28, 1998, pp. 221-254.
- Van Lente, H.; Rip, A.: Expectations in Technological Developments – An Example of Prospective Structures to be Filled in by Agency. In: C. Disco; B.J.R. van der Meulen (eds.): Getting New Technologies Together, Berlin 1998a, pp. 195-220.
- Weber, M.; Hoogma, R.; Lane, B.; Schot, J.: Experimenting with Sustainable Transport Innovations – A Workbook for Strategic Niche Management, Seville/Enschede 1999.

Teil C

Paradoxie der Zukunftsfähigkeit

Die Zukunftsfähigkeit von Innovationen: das Z-Paradox

Die Folgewirkungen, die von der gesellschaftlichen Nutzung technischer Innovationen ausgehen, sind zum Zeitpunkt ihrer Entwicklung und gesellschaftlichen Erprobung nicht vorhersehbar. Die mit der prinzipiell beschränkten Prognosefähigkeit verbundene Ungewißheit wird durch die Inhomogenität und Instabilität der Bewertungsmaßstäbe von Folgewirkungen noch gesteigert. Mehr Innovationen erzeugen mehr Ungewißheit. Wir müssen mit der paradoxen Situation umgehen, daß technische Innovationen mit der Lösung bekannter Probleme und der besseren Befriedigung bestehender Bedürfnisse neue Bedarfe und zuvor unbekannte Probleme hervorbringen. Das Innovationsgeschehen erzeugt die Ambivalenz, Offenheit und Ungewißheit der Moderne.

Die Argumentation des nachfolgenden Beitrags wird in drei Schritten entfaltet. Zunächst wird die Struktur des Paradoxes der Zukunftsfähigkeit von Innovationen, kurz: des Z-Paradoxes, analytisch zu erfassen versucht. Dabei wird sich herausstellen, daß das Z-Paradox mehrere Strukturelemente umfaßt, die jeweils die Gegenwart in spezifischer Weise mit der Zukunft verbinden. Betont wird die strukturelle Ambivalenz von Innovationen. Einerseits erweitern Innovationen die Handlungsmöglichkeiten und reduzieren Unsicherheit, andererseits verschließen sie künftige Handlungsmöglichkeiten und erzeugen mit unbekannter Wahrscheinlichkeit (Ungewißheit) erneut Unsicherheit. Im zweiten Argumentationsschritt wird dann dieser die Zukunft verunsichernde und zukünftige Entwicklungen kanalisierende Wirkungszusammenhang von technischen Innovationen analysiert, um die Chance abschätzen zu können, die Zukunftsfähigkeit von Innovationen trotz ihrer prinzipiellen Ambivalenz und ihres Ungewißheitspotentials zu erhöhen. Die Steuerung von Innovationen mit dem Ziel der Steigerung ihrer Zukunftsfähigkeit durch Verminderung ihres Schadenpotentials erweist sich als komplexes Koordinations- und Verständigungsproblem. Wie dieses Koordinations- und Verständigungsproblem analytisch zu erfassen ist, wird im dritten Abschnitt erörtert. Zur

Konkretisierung wird auf unterschiedliche Strategien und Instrumente zur Förderung von Prozessen sozialer Verständigung über Kriterien zukünftiger Techniksteuerung und -gestaltung hingewiesen. Als Fazit ergibt sich, daß die Zukunftsfähigkeit technischer Innovationen zwar prinzipiell ungewiß und ein emergentes Ergebnis gesellschaftlicher Entwicklung ist, daß dennoch das Z-Paradox durch die Etablierung von reflexiven Institutionen und sozialen Verständigungsmechanismen konstruktiver Bearbeitung zugänglich ist.

1. Das Z-Paradox

Eine Aussage kann als paradox gelten, wenn sie „scheinbar gleichzeitig wahr und falsch ist“ (Hoffmeister 1955, S. 450). Folgen wir dieser gebräuchlichen Definition, scheinen die drei folgenden Aussagen zu bestimmten Aspekten technischer Innovationen paradox oder widersinnig zu sein. Technische Innovationen erweitern und verschließen Handlungsmöglichkeiten, reduzieren und erzeugen Unsicherheit, stabilisieren und destabilisieren die gesellschaftliche Reproduktion. Und obwohl sich, wie gleich gezeigt werden soll, die vermeintliche logische Inkonsistenz und empirische Widersprüchlichkeit dieser Behauptungen durch ihre Präzisierung beseitigen lassen, bleibt ein unauflöslicher Rest an Widersinnigkeit bestehen. Bei noch so großer Anstrengung, die möglichen Schadenspotentiale technischer Innovationen zu begrenzen, sind die mit ihnen verbundenen, nichtintendierten Konsequenzen in einer turbulenten Welt, die auf Innovationen nach eigenen Gesetzen, zu denen auch der Zufall gehört, reagiert und mit ihnen interagiert, nicht vorhersehbar. Die Aussage gilt a fortiori für einen Weltzustand, in dem immer mehr Güter und Innovationen erzeugt werden, die mit dem ökologischen System und miteinander durch weltweit integrierte Infra- und Produktionsstrukturen in Wechselbeziehungen treten.

So stellt sich die Frage, ob die unvermeidbare Zukunftsambivalenz technischer Innovationen unter den gegenwärtigen Bedingungen immer noch weiter steigender Massenproduktion, globaler Vernetzung und Konkurrenz sowie zunehmender Technisierung aller Lebensbereiche die paradoxe Form annehmen könnte, daß auf technische Innovationen mit noch mehr Innovationen reagiert werden muß, um das einmal erreichte Wohlfahrtsniveau zu stabilisieren und gleichzeitig die von früheren Generatio-

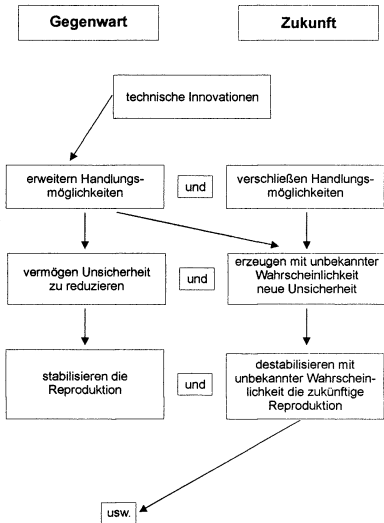


Abb. 1: Struktur des Z-Paradoxes

nen hinterlassenen nichtintendierten Schäden zu beseitigen. Zur Vermeidung einer Situation, in der das Innovationsverhalten vornehmlich auf die Verteidigung des tradierten Wohlfahrtsniveaus gerichtet ist, müßte die Bearbeitungsform des Z-Paradoxes geändert, müßten die ökologischen und sozialen Belastungen zukünftiger Generationen durch eine Rich-

tungsänderung des Innovationsgeschehens vermindert werden. Doch wie sollte das möglich sein, wenn technische Innovationen prinzipiell mit ungewissen ökologischen, sozialen und ökonomischen Folgewirkungen belastet sind?

Um diese Frage abzuklären, soll zunächst die Struktur des Z-Paradoxes etwas genauer betrachtet werden. Ausgangspunkt der Überlegungen sind das Leistungsspektrum von technischen Innovationen für einzelne soziale Positionen (Entwickler, Anwender, Produzenten etc.) und die Gesellschaft insgesamt (vgl. Abb. 1).

Aus der Perspektive der Anwender, Nutzer oder Konsumenten sowie der Hersteller und Entwickler erweitern technische Innovationen die Handlungsmöglichkeiten. Sie reduzieren insbesondere für die Entwickler, aber auch – zumindest bis zu einem gewissen Grade – für die herstellenden Unternehmen und für die Anwender auf Ungewißheit beruhende kognitive und emotionale Unsicherheit. Schließlich tragen sie, in ihrer Gesamtheit betrachtet, zur Stabilisierung der gesellschaftlichen Reproduktion bei, indem sie die Produktivität erhöhen, vor natürlichen Gefahren schützen, das politische System sichern oder die Lebenslust steigern. Der gewählte analytische Fokus, die Entschlüsselung der paradoxen Struktur von Innovationen, zwingt dazu, auch die andere Seite von Innovationen, die durch ihren Gebrauch systematisch erzeugten nichtintendierten Konsequenzen und Belastungen der Zukunft, ins Blickfeld zu nehmen. Innovationen

- verschließen Handlungsmöglichkeiten: Dieser Mechanismus ist recht gut untersucht und läßt sich als Pfadabhängigkeit technologischer Entwicklungen (Dosi 1982) wie auch als „Widerstand gegen die Akzeptanz von Paradigma- und Leitbildkrisen“ (Fleischmann 1998, S. 24) interpretieren. Der sozial, durch institutionalisierte Funktionsräume, bedingte Schließungseffekt gegenüber technischen Innovationen hat zwar auch positive Konsequenzen wie die Stabilisierung eines erreichten Technisierungsniveaus und die gleichzeitige Reduktion der gesellschaftlichen Kosten ihrer Herstellung und Nutzung; vor allem aber negative Folgen. Trotz „offenkundiger Krisenerscheinungen“ wird dann an einem technologischen Paradigma festgehalten. „Ein markantes Beispiel stellt das Automobilparadigma dar, das selbst vehementer Kritik wegen seiner umweltschädigenden Konsequenzen trotzt“ (ebd.; vgl. auch Knie 1994);

- erzeugen Unsicherheit: Auch wenn der Sicherheitsbegriff mehrdimensional ist und in unterschiedlichen Kontexten je nach Standort Unterschiedliches bedeutet (vgl. z.B. Buzan 1997), hat sich in den Sozialwissenschaften die Erkenntnis durchgesetzt, Sicherheit als eine soziale Konstruktion zu begreifen, die zwischen einem mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit eintretenden Ereignis, das als eine durch die Natur oder durch Menschen verursachte Gefahr interpretiert wird, und seiner sozialen Bewertung eine stabile Beziehung herstellt. Obwohl technische Innovationen für Menschen, Organisationen und auch sozio-technische Systeme durch die Abwehr von Gefahren das Sicherheitsniveau zu erhöhen vermögen, erzeugen sie doch vielfach, allerdings mit jeweils unbekannter Wahrscheinlichkeit, neue Unsicherheit: Die Nutzung technisch erweiterter Handlungsmöglichkeiten ist häufig mit Verhaltensänderungen oder dem Verbrauch knapper Güter verbunden, die anderen genommen oder vorenthalten werden, wodurch das Sicherheitsniveau der davon Betroffenen sinkt (technisch-ökonomisch induzierte Verteilungskonflikte). Schließungsprozesse vermindern die Wahrscheinlichkeit, ein etabliertes technologisches Paradigma aufzugeben, auch wenn negative Nebeneffekte und Folgewirkungen dieses nahelegen würden (Strukturkonservatismus). Neue Techniken evozieren die Verunsicherung alter (Akzeptanzproblem) und die Entstehung neuer Bewertungsmaßstäbe, wodurch ehemals als sicher eingestufte Techniken plötzlich als unsicher gelten. Techniken, die für den einen die Sicherheit erhöhen, werden von anderen als Bedrohung – sei es der unternehmerischen, sei es der individuellen oder staatlichen Existenz – wahrgenommen und lösen entsprechende Gegenreaktionen aus, die insgesamt das Sicherheitsniveau vermindern (Sicherheitsdilemma);
- destabilisieren die Reproduktion: Schon Schumpeter hat auf das zyklische Zerstörungspotential neuer Technologien aufmerksam gemacht. Er schätzte es als kreativ ein, da durch den Produkt- und Technologiezyklus immer bessere, fortschrittlichere Techniken zum Einsatz kämen. So richtig seine Erkenntnis auch ist, sie beschreibt nur die das Allgemeinwohl steigernde, schöpferische Seite des durch Technisierungsprozesse ausgelösten Zerstörungswerks. Die Kehrseite ergibt sich aus der Summe und dem Zusammenspiel der nichtintendierten Nebenwirkungen von Technisierungsprozessen. Deren Folgen sind wegen der hohen Komplexität von Wechselbeziehungen sowie nichtlinearer und zufälliger Prozesse, wegen des begrenzten Wissens und selektiver Wahrnehmung nicht vorhersehbar. Als Bei-

spiel sei auf den anthropogen verursachten Klimawandel hingewiesen. „Die Existenz von kritischen Punkten, bei deren Überschreitung das Klima kippen kann, läßt sich zwar prinzipiell gut verstehen, aber deren genaue Lage und das Verhalten des Klimas in der Nähe solcher Punkte sind schwerer zu berechnen. Für unseren Umgang mit dem Klimasystem bedeuten die neuen Erkenntnisse vor allem eines: größere Unsicherheit“ (Rahmstorf 1999). Größere Unsicherheit meint hier vor allem steigende Risiken mit einem wachsenden Gefahrenpotential für viele, tendenziell alle Menschen (vgl. auch Beck 1986; 1989).

Der voranstehende Systematisierungsversuch einiger Wirkungszusammenhänge des Z-Paradoxes enthält implizit den Hinweis auf die Historizität seiner Ausprägungsform. Mit der quantitativ (industrielle Massenproduktion) und qualitativ (Invasivität und Vernetzung) zunehmenden Technisierung haben die drei Wirkungsebenen zeitlich, örtlich und sozial an Wirkungsmächtigkeit gewonnen. Der Innovationsprozeß hat „Gefahren zweiter Ordnung“ (Bonß 1995, S. 80) hervorgebracht, die ihrerseits zum Gegenstand von Innovationsanstrengungen werden. Im Gegensatz zum Schumpeter-Modell, das einen progressiven Innovationspfad annimmt, wird durch die Vermutung der Zunahme von Gefahren zweiter Ordnung, deren Bewältigung ungewiß ist, der Fortschrittsoptimismus prinzipiell in Frage gestellt. „Denn der Preis für die wachsende Verfügungsgewalt über Wirklichkeit liegt in parallel zunehmenden Unsicherheitspotentialen, die wissenschaftlich produziert, aber nicht vollständig beherrscht werden können“ (ebd., S. 83). Auf diese Gefahren zweiter Ordnung könnte allerdings die Schumpeter-Dynamik mit einer Modernisierung zweiter Art reagieren. Krupp (1996) sieht dafür bereits erste, „jedoch – aller Voraussicht nach – höchst unzulängliche“ Ansätze. „Modernisierung zweiter Art wäre also eine solche Transformation der Schumpeter-Dynamik, daß sie ihre globale Ressourcenbemächtigung und ihr globales Ressourcenmanagement mit den ökologischen Grenzen kompatibel macht“ (Krupp 1996, S. 386, i.O. gesperrt). Ob eine derartige Transformation möglich sein wird, hängt ganz wesentlich von einer Reorientierung des Innovationsgeschehens ab. Innovationen müßten zukunftsverträglich werden, d.h., sie müßten nicht nur wirtschaftlich, sondern langfristig umwelt- und sozialverträglich sein. Diesem hohen Ziel steht neben der Unschärfe der Zielkonzepte auch das Z-Paradox entgegen. Es müßte gelingen, eine Bearbeitungsform des Paradoxes zu institutionalisieren, die bei Anerkennung der Zukunfts-offenheit des Innovationsprozesses und der prinzipiellen Ungewißheit der

Folgewirkungen technischer Innovationen das Projekt der Moderne kanalisiert und sein selbstzerstörerisches Potential begrenzt.

2. Innovation als Transformation von Ungewißheit und Unsicherheit

Um die Frage zu erörtern, wo überhaupt Anknüpfungspunkte für erfolgversprechende Bearbeitungsstrategien der Dilemmata des Z-Paradoxes bestehen könnten, muß zuvor geklärt werden, welche gesellschaftlichen Strukturen die Orientierung des Innovationsgeschehens an Kriterien der Zukunftsfähigkeit bislang behindert haben. Das Z-Paradox ist zwar eine restriktive Bedingung für widerspruchsfreie und einfache Lösungen, aber die mit ihm formulierte Problematik der ungewissen und risikobelasteten Strukturierung der Zukunft durch technische Innovationen und die mit ihnen verbundenen Technisierungsprozesse besagt nicht, daß verantwortungsvolles Handeln nicht die Belastung der Zukunft beeinflussen, vielleicht sogar in erträglichen Grenzen halten kann. Allerdings sind die gegenwärtigen Formen der Bearbeitung des Z-Paradoxes insgesamt unzureichend, womit nicht gesagt sein soll, daß es nicht je nach Land, Region und „Risikosystem“ (Bonß 1995; Perrow 1987) sehr unterschiedliche, dabei auch zukunftsfähige Lösungen gibt.

Zur Klärung der hier zur Diskussion stehenden Problematik, warum die nichtintendierten Nebenwirkungen neuer technischer Systeme die mit ihnen verbundenen Wohlfahrtsgewinne aufzuzehren drohen und welche Ansatzpunkte für eine Erhöhung der Zukunftsfähigkeit des Innovationsgeschehens bestehen, soll in Anlehnung an Überlegungen von Bonß (1995) und Rehman-Sutter (1998) ein einfaches Modell des Innovationsprozesses entwickelt werden. Das Modell abstrahiert von den verschiedenen Phasen (Forschung, Problemdefinition, Invention, Entwicklung, Erprobung, Anwendung, Entsorgung), rekursiven Prozessen, den Akteuren und ihren Netzwerken, den ökonomischen und gesellschaftlichen Anbindungsstrukturen sowie den institutionellen Rahmenbedingungen und politischen Steuerungsaktivitäten. Statt dessen wird die auch durch historische Untersuchungen plausibel abgesicherte, differenzierungstheoretisch begründete Unterscheidung getroffen zwischen Technologieanbietern, die ein kalkuliertes Risiko eingehen, und der Gesellschaft, die Technologien nutzt und dafür gleichzeitig Risikozumutungen zu akzeptieren hat (ebd.,

S. 121 ff.). Das Innovationsgeschehen wird als Transformation der Ungewißheits- und Unsicherheitspotentiale einer Invention, einer potentiell anwendungs- und marktfähigen Erfindung, in einerseits für den Anbieter kalkulierbare Risiken und andererseits in Risikozumutungen sowie für die Allgemeinheit in einen zum Zeitpunkt des Innovationsprozesses nicht aufklärbaren oder nicht aufgeklärten Rest von Ungewißheit verstanden (vgl. Abb. 2).

Die Entwicklung neuer technischer Systeme wird als Prozeß der *Generierung* und *Verteilung* von Risikopotentialen thematisiert. In der schematischen Rekonstruktion der Transformation der „uncertainties“ (Ungewißheit und Unsicherheit)¹ von Inventionen in Risikopotentiale und ihrer gesellschaftlichen Aufteilung können mindestens die folgenden Elemente unterschieden werden:

(1) Im Prozeß der Technikentwicklung erfolgt eine Abklärung der technischen und ökonomischen Risiken, die ein Anbieter – in der Regel ein privates Unternehmen – einzugehen bereit ist, um die von einer Innovation erhofften Marktchancen zu realisieren. Damit der Anbieter sein Risiko – wenigstens in Grenzen – kalkulieren kann, muß er verlässliches Wissen über die technische Funktionsfähigkeit und Sicherheit der Innovation – jeweils bezüglich bestimmter Standards, die entweder vorgegeben oder selbstgesetzt sind – sowie über die Produktionstechnik, die Kosten der Herstellung und die Marktbedingungen haben. Innovation bedeutet für den Anbieter also die Reduktion von kognitiver Ungewißheit und sozialer Unsicherheit durch die systematische Erzeugung von Wissen, damit er mit möglichst hoher Sicherheit die von ihm einzugehenden Risiken und die mit ihnen verbundenen Chancen korrekt einschätzen kann. Der vom Anbieter verwendete Risikobegriff ist entscheidungsorientiert. Ihn interessiert, mit welcher Wahrscheinlichkeit er aufgrund seines eigenen Handelns mit welchen Risiken, Chancen und Schäden, die er zu verantworten hat, rechnen muß. Entsprechend dieser individuellen – kapitalgesteuerten – Handlungs- und Entscheidungslogik werden vom Anbieter einer Innovation Ungewißheitsmomente sowie Qualitäts- und Sicherheitsanforderungen aus der Technikentwicklung ausgeblendet, die nicht rechtlich vorgeschrieben sind, gewohnheitsmäßig eingehalten werden oder die aufgrund der Unternehmensphilosophie Beachtung finden. Soweit sie nicht ver-

1 Zur begrifflichen Analyse vgl. Bonß 1995, S. 35 ff.; s. auch Krücken, Weyer 1999.

rechtlich sind, müssen die Belange der Gesellschaft nicht zwingend mit ins Kalkül gezogen werden.

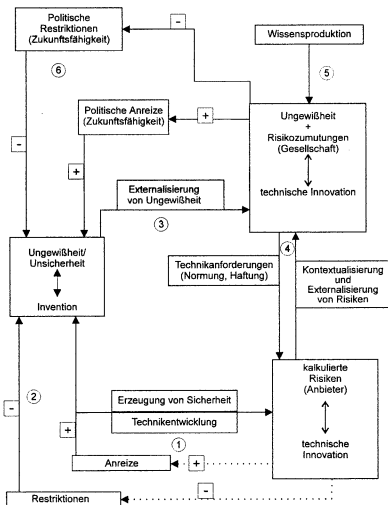


Abb. 2: Das Transformationsmodell des Innovationsprozesses²

(2) Es liegt bei den Anbietern, den Unternehmen, darüber zu entscheiden, ob sie die Kosten der Transformation einer Invention in eine ange-

2 Erläuterungen im Text entsprechend den Ziffern in Klammern.

botsfähige Innovation tragen wollen oder nicht. Ihr Innovationshandeln wird von Restriktionen und Anreizen gesteuert, die sie bestenfalls indirekt beeinflussen können, deren Relevanz sie jedoch jeweils abzuschätzen haben. Darüber hinaus hängt es von der je spezifischen Faktorausstattung, vor allem aber dem unternehmerischen Innovationspotential, ab. Die Interpretation der Anreize und Restriktionen sowie des eigenen Innovationspotentials zur Entwicklung einer technischen Innovation wird von der Risikobereitschaft des einzelnen Anbieters und dem in der Gesellschaft institutionalisierten Risikowettbewerb zwischen den innovierenden Unternehmen gesteuert. Nur wer wagt, gewinnt. Da sich die Unternehmen nicht wie Hasardeure verhalten, versuchen sie, ihrerseits ihre Risiken, beschränkt rational kalkulierend, zu minimieren und ihre Ungewissheiten, Unsicherheiten und erkannten Schadenspotentiale, soweit wie zulässig und möglich, zu externalisieren, also dem Käufer, der Gesellschaft, der Umwelt und den zukünftigen Generationen zuzumuten. Auf der internationalen Ebene handeln Staaten zwar ähnlich, aber doch nicht genauso wie Unternehmen, da sie komplexere und widersprüchlichere Interessen zu vertreten (vgl. von Prittwitz 1990) und politische Projekte (vgl. Albrow 1998) zu organisieren haben.

(3) Ohne die Externalisierung von Ungewißheit und die Bereitschaft der Gesellschaft, sich auf Unbekanntes einzulassen, wäre die Institutionalisierung eines Innovationssystems nicht möglich. Das Z-Paradox läßt sich zwar nicht außer Kraft setzen, doch ist das Ausmaß an Ungewißheit, das eine Gesellschaft zu tolerieren bereit ist, variabel. Wichtige Einflußgrößen sind das verfügbare Wissen, das Entwicklungs- und Bildungsniveau, Erfahrungen mit technischen Katastrophen, das dominante Wertesystem und seine rechtliche Kodifizierung. Das Aggregat dieser Faktoren, die in einer Gesellschaft vorhandene *Risikobereitschaft*, wirkt ein auf die faktische, erst sich ex post ergebende Risikoverteilung zwischen den Anbietern und der Gesellschaft sowie auf die Dynamik und die Richtung des Innovationsprozesses. Zu vermerken ist allerdings, daß sich die Risikobereitschaft sowohl der Anwender (Konsumenten) als auch der Gesellschaft insgesamt substantiell von derjenigen der Anbieter unterscheidet. Im letzteren Fall handelt es sich um „selbstaufgelegte“ Risiken auf der Basis eigener Entscheidungen, im ersteren Fall um von anderen „zugemutete“ Risiken (vgl. Rehmann-Sutter 1998, S. 121), denen sich auch der „freie“ Konsument nicht beliebig entziehen kann.

(4) Die gesellschaftliche Risikobereitschaft besitzt eine abstrakte und eine konkrete Artikulationsform. Auf der abstrakten Ebene sichert sie den In-

novationsprozeß durch seine generelle Legitimierung ab. Die Bereitschaft, sich gesellschaftlich erzeugte ungewisse Risiken (Gefahrenpotential) zumuten zu lassen, korrespondiert mit dem generalisierten Vertrauen in die wohlfahrtssteigernde Potenz des technologischen Fortschritts. Auf der konkreten Ebene geht es bei der Risikobereitschaft um die gesellschaftliche Akzeptanz spezifischer Technologien oder technischer Systeme. Ohne die Akzeptanz seitens der Kunden, der Politik, der Gesellschaft, der Betroffenen insgesamt, kann der Produzent seine Innovationen nicht oder – im Falle von gespaltenen oder geringer Akzeptanz – nur mit einem hohen unternehmerischem Risiko anbieten. Aus dieser Konstellation ergibt sich ein Verhandlungs- und gleichzeitig Kontextualisierungsprozeß der Technik (Technikgestaltung), in dem zwischen dem Anbieter und der Gesellschaft die jeweiligen Risiken- und Chancenpotentiale, die Entscheidungsrisiken und die akzeptierten Risikozumutungen konkret verteilt werden. Erst in diesem Prozeß legt der Staat als abstrakter Vertreter der Gesellschaft und im öffentlichen Interesse handelnd das *öffentlich-rechtliche Risiko* der Innovation fest. Dabei geht es „um die kausale Zurechnung von Schäden zu Handlungssubjekten“ (Rehmann-Sutter 1998, S. 108), um die für eingetretene Schäden verantwortlichen Akteure haftbar machen zu können. Da das Haftungsrecht gesicherte Eintrittswahrscheinlichkeiten für die Zurechenbarkeit von Schäden voraussetzt, ist neben dem juristischen Risikokonzept i.e.S. noch ein weiter gefaßtes, juristisch strukturiertes, verantwortungsethisches *Risikokonzept* theoretisch wie real-analytisch zu berücksichtigen. Denn, so Rehmann-Sutter: „jede Gefährdung, die als solche erkannt werden kann, bringt die ethische Frage ihrer Verantwortbarkeit mit sich, nicht nur Gefährdungen, die eine bestimmte Höhe in den Dimensionen Schadenausmaß und Wahrscheinlichkeit überschreiten“ (ebd., S. 111). Im gesellschaftlichen Risikodiskurs wird dieses verantwortungsethisches Risikokonzept je nach Innovationsfall inhaltlich bestimmt und den Risikozumutungen der Anbieter sowie der enggefaßten verrechtlichten Risikobestimmung entgegengestellt.

(5) Alle an der Transformation von Ungewißheit und Unsicherheit in unterschiedlich definierte Risiken und Chancen beteiligten Akteure sind auf Ergebnisse wissenschaftlicher Wissensproduktion angewiesen. Die Erzeugung und Überprüfung technischer Sicherheit sowie die Ermittlung möglicher und wahrscheinlicher nichtintendierter Folgewirkungen und deren Bewertung sind Aufgaben der Wissenschaft. Die mit der Erkundung dieser Fragestellungen befaßte Wissenschaft wird zwangsläufig in die unterschiedlich strukturierten und konfliktären Risikoermittlungen und -ein-

schätzungen der Entwickler und Anbieter auf der einen und von Gesellschaft und Politik auf der anderen Seite involviert (vgl. z.B. Bröchler u.a. 1999). Durch Monitoring, Diagnose, Prognose und Szenarienentwicklung, durch die Entdeckung neuer Krisenherde und die Aufdeckung von Skandalen, bei denen wider besseren Wissens oder aus Leichtsinns der Gesellschaft neue Risiken zugemutet werden (wie z.B. beim Dioxinskandal in Belgien), treibt die Wissenschaft den Risikodiskurs an und wird in Teilen zur wichtigsten Instanz, die selbsterzeugten Gefahren zweiter Ordnung zu erkennen, vor ihnen zu warnen, auf Abhilfe zu drängen und Lösungswege aufzuzeigen (z.B. Beck 1989; von Weizsäcker 1994).

(6) Das Transformationsmodell impliziert zwei politisch-strategische Ansatzpunkte, um einen Kompromiß zwischen einerseits der Verteilung der mit technischen Innovationen verbundenen Chancen auf die Anbieter, die Anwender und die Gesellschaft insgesamt sowie andererseits der mit ihrer Nutzung untrennbar auch verbundenen Risiken, Verantwortlichkeiten und Risikozumutungen zu organisieren. Zu unterscheiden sind Ex-post- und Ex-ante-Strategien. Während die Ex-ante-Steuerung von Innovationen darauf zielt, durch die Festlegung allgemeiner Rahmenbedingungen sowohl das Innovationsniveau zu erhöhen als auch und vor allem die *Richtung* des Innovationsprozesses zu bestimmen, befaßt sich die Ex-post-Steuerung mit der Regelung von Genehmigungs- und Zulassungsbedingungen einschließlich von Kontrollverfahren sowie mit deren konkreter Ausgestaltung und Umsetzung bezüglich bereits marktreifer Produkte oder sogar bereits genutzter Techniken. Beide Steuerungsformen ergänzen und beeinflussen sich. Sie bilden die analytischen Extrempunkte eines Kontinuums. Am Einzelfall gebildete Rechts- und Gestaltungsnormen (Standards, Richtlinien etc.) wirken auch ex ante auf den Innovationsprozeß ein, und allgemeine ex ante formulierte Gestaltungsprinzipien (Nachhaltigkeit, Fehlerfreundlichkeit, Gestaltungsoffenheit) müssen im Einzelfall implementiert werden. Allerdings vermag nur die Ex-ante-Steuerung die Richtung des Innovationsprozesses zu beeinflussen, indem über die politische Definition von Rahmenbedingungen (z.B. Niveau und Entwicklung des Strompreises) Innovationen veranlaßt werden, die bestimmte Gefahrenpotentiale und Risiken erst gar nicht entstehen lassen. So dürfte mit der Entstehung und der Diagnose von Risiken/Gefahren zweiter Ordnung die Bedeutung der Ex-ante-Steuerung zunehmen, da eine vorrangige Institutionalisierung der Ex-post-Steuerung sowohl sachlich überfordert ist, das weitere Ansteigen des durch Technisierungsprozesse verursachten Niveaus zugemuteter Risiken zu verhindern, als auch vielfältige

und kostensteigernde Konflikte über die Frage der gerechten Verteilung neuartiger Risiken und deren Legitimität heraufbeschwört, wie z.B. im Falle der Nutzung der Gentechnik bei der Herstellung von Nahrungsmitteln. Daher stellt sich die Frage, wie es gelingen könnte, das Innovationsgeschehen stärker am Kriterium der Zukunftsfähigkeit, dem generalisierten Zielkriterium der Ex-ante-Steuerung, auszurichten, ohne die mit dem Z-Paradox gesetzten Handlungsgrenzen zu überschreiten.

Die Zukunftsfähigkeit von Innovationen läßt sich ex ante nicht eindeutig klären. Auch wenn im Prozeß der Technikentwicklung Anreize und Restriktionen zur Geltung gebracht werden, die eine zukunftsfähige Gestaltung technischer Innovationen bewirken sollen, kann sich deren Zukunftsfähigkeit (u.a. deren Nachhaltigkeit und Sozialverträglichkeit) erst in der Praxis erweisen und selbst dann immer nur vorläufig. Zuvor unbekannte Gefährdungspotentiale und Schäden müssen über die Institutionalisierung von Kontroll- und Monitoringsystemen diagnostiziert und dann mit beträchtlichen Kosten behoben werden. Damit dieser funktional erforderliche gesellschaftliche Lern- und Korrekturprozeß nicht behindert wird, muß – wie von Ökologen und Zukunftsforschern gut begründet wurde (von Weizsäcker, von Weizsäcker 1984) – die eingesetzte Technik „fehlerfreundlich“ ausgelegt und ohne zu hohe gesellschaftliche Kosten substituierbar, auch muß das von ihr ausgehende Gefährdungspotential räumlich und zeitlich begrenzt sein. Diese generellen Kriterien, denen eine zukunftsfähige Technik zu entsprechen hätte, haben eine hohe Plausibilität. Sie konkurrieren jedoch mit anderen Kriterien – den Kosten, der ökonomischen, politischen und gesellschaftlichen Relevanz, z.B. für die Sicherheit, der Praktikabilität und dem Geschmack – und müssen im konkreten Anwendungsfalle operationalisiert und interpretiert werden. Sie haben, wie auch das Konzept der Nachhaltigkeit (sustainability), den Status von Leitbildern, von regulativen Ideen, die in der unternehmerischen und politischen Praxis – im Gegensatz zu Lock-in-Effekten beim konstruktiven Design – bislang nur wenig Wirkung entfalten.

Die knappen Ausführungen zum Transformationsmodell von technischen Innovationen zusammenfassend, kann festgehalten werden: Die Bearbeitung des Z-Paradoxes erfolgt notwendigerweise auf gesamtgesellschaftlicher und politischer Ebene in einem konfliktreichen Aushandlungsprozeß mit den Anbietern über die Höhe und die Verteilung der Risikopotentiale. Die Unternehmen sind aufgrund ihrer partiellen Rationalität und ihren begrenzten Handlungsmöglichkeiten strukturell nicht in der Lage, ohne die Intervention von Gesellschaft und Politik zukunftsfähige Lösungen zu

finden. Die Festlegung von Risikoschwellen und Sicherheitsstandards, von Genehmigungsvorschriften und Zulassungsbestimmungen, die allgemeine Vorsorge vor Gefährdungen und der Schutz der Öffentlichkeit (Hilfe bei Unfällen, Beseitigung von Schäden, Kontrolle der Betreiber von Anlagen, Verbraucherschutz, Monitoring des ökologischen Systems, Technikfolgenforschung und -abschätzung und viele andere Instrumente der Techniksteuerung) sind zu festen Bestandteilen der staatlichen Innovationspolitik geworden. Und es sind daher einerseits die Leistungsfähigkeit dieser regulierenden Systeme (Institutionen, Organisationen und Verfahren) sowie andererseits die Höhe der Reibungsverluste bei deren Koordination mit den innovierenden Unternehmen, die eine funktionale Bewältigung des Z-Paradoxes zu garantieren vermögen. Jede Gesellschaft entwickelt hier, entsprechend der eigenen Tradition, vorherrschender Leitbilder, etablierter Institutionen und geltender Regelungen, ihre je spezifischen Lösungsformen. Von Interesse ist allerdings, welches institutionelle Arrangement die widersprüchlichen Anforderungen des Z-Paradoxes relativ – im Vergleich zu anderen Gesellschaften – am besten bewältigt und in welcher Weise es Gesellschaften gelingt, die Ex-post-Steuerung durch Elemente der Ex-ante-Steuerung zu ergänzen.

3. Koordinationsprobleme der Technikgestaltung

Damit aus technischen Inventionen marktfähige, nachgefragte und zukunftsfähige Produkte entstehen, müssen sie in häufig langwierigen und rekursiven Entwicklungs- und Gestaltungsprozessen in die gewachsenen gesellschaftlichen Kontexte eingefügt werden. Dies gilt insbesondere für neuartige und potentiell risikoreiche Technologien, mit denen verantwortlich umzugehen, Politik und Gesellschaft noch nicht gelernt haben. Die Kontexte selbst sind systemisch organisiert. Sie haben Systemcharakter und stellen je spezifische Anforderungen an die Konstruktion, die Qualität und den Gebrauch der technischen Artefakte. Nur wenn die Artefakte – Produkte und Verfahren – in institutionalisierte technische, soziale, rechtliche und ökonomische Funktionsräume³ eingebunden sind, lassen sie sich vermarkten (vgl. Simonis, Droz 1999).

3 Zum Konzept des Funktionsraumes, das von Andreas Knie übernommen wurde, vgl. Lang, Sauer 1997.

Analytisch wird der Innovationsprozeß in drei Phasen untergliedert: die Invention einer neuen technischen Möglichkeit, die Erforschung und Erprobung ihrer technischen Realisierbarkeit, die Einbindung der neuen technischen Problemlösung in die Kontexte ihrer Anwendung und Nutzung. Die Leistungsfähigkeit eines Innovationssystems hängt gleichermaßen von diesen drei rekursiv verbundenen Phasen des Innovationsprozesses ab. Über die Zukunftsfähigkeit von technischen Innovationen wird zumindest bislang noch wegen der dominierenden Ex-post-Steuerung erst im Prozeß ihrer gesellschaftlichen Einbindung entschieden. Zukunftsfähigkeit ist keine der Technik inhärente Eigenschaft, sondern eine soziale Konstruktion: die sozio-technische Umsetzung der in einer Gesellschaft geltenden Standards.

Zukunftsfähigkeit wird hier als ein gesellschaftlich definiertes, weitgehend institutionalisiertes, regulatives Prinzip zur Gestaltung sozio-technischer Systeme verstanden. Seine Wirkung entfaltet es in einem mehrstufigen Operationalisierungsprozeß, in dem abstrakte Anforderungen an die Qualität der Technik und ihren Gebrauch in funktionsräumlich bestimmte Gestaltungsnormen, Bewertungskriterien und Kontrollverfahren transformiert werden. Dabei sind mindestens fünf Funktionsräume mit jeweils spezifischen Anforderungen an die Technik zu unterscheiden: der technische, der ökonomische, der gesellschaftliche (soziale, kulturelle, personale), der ökologische und der regulative (rechtliche und politische) Funktionsraum (FR). Jeder einzelne Funktionsraum ist Teil oder Subsystem von übergeordneten, weitgehend eigensinnigen Systemen, die ihrerseits – mit Ausnahme des ökologischen Systems – Mechanismen zur Kontrolle der Normeinhaltung ihrer Teilsysteme ausgebildet haben. Im ökologischen System handelt es sich um die Bewahrung und Kontrolle von Gleichgewichtszuständen.

In jedem Funktionsraum hat das abstrakte Kriterium der Zukunftsfähigkeit eine dem jeweiligen Funktionsraum eigene, allerdings jeweils sozial konstruierte, Bedeutung. Das Konzept der Zukunftsfähigkeit impliziert die Erwartung, daß zukunftsfähige Produkte, Verfahren oder sozio-technische Systeme die Werte, Normen, Standards und Gleichgewichtsbedingungen, kurz: die Stabilität der Kontextsysteme nicht gefährden, sondern einen Beitrag zu deren Reproduktion leisten. Auch unter sich jeweils verändernden Bedingungen müßte eine zukunftsfähige technische Innovation mindestens den Kriterien der Demokratieverträglichkeit (regulativer FR), der Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit (ökologischer FR),

der Sozial- und Gesundheitsverträglichkeit (gesellschaftlicher FR), der Wirtschaftlichkeit (ökonomischer FR) und der technischen Sicherheit und Effizienz (technischer FR) entsprechen.

Daß technische Systeme diesen, im konkreten Fall häufig konfligierenden, Kriterien dauerhaft genügen, ist in einer turbulenten Umwelt, in der neues Wissen dynamisch generiert wird und in der sich die Anforderungen an die Technik schnell verändern, unwahrscheinlich. Auch unterliegen die Kriterien selbst, da sie soziale Konstrukte darstellen, sich wandelnden Interpretationen. Um diesen beiden generellen Bedingungen zu genügen, muß eine zukunftsfähige Technik zwei Metaqualitäten besitzen: Sie hat gestaltungsfähig zu sein, damit sie veränderten Bedingungen und Erwartungen angepaßt werden kann. Und sie hat fehlerfreundlich zu sein: Menschliches Versagen oder technische Defekte können nur begrenzte und korrigierbare Schäden hervorrufen.

Die gesellschaftliche Anerkennung und die entsprechende Implementation differenzierter Normensysteme zur Förderung der Entwicklung zukunftsfähiger sozio-technischer Systeme bilden bis heute noch nicht abgeschlossene, konfliktreiche Such- und Lernprozesse, die sich im 19. Jahrhundert, als die neuartigen Gefahrenpotentiale der industriellen Entwicklung mit neuen Sicherheits- und Kontrollstrategien der öffentlichen Hand (Dampfkesselurteil in Preußen) beantwortet wurden, zunächst alleine auf den technischen Funktionsraum – die technische Sicherheit – bezogen, die jedoch nach und nach auch die anderen Funktionsräume erfaßten, so daß heute die Entwicklung sozio-technischer Innovationen in einem komplexen Institutionen- und Rechtssystem stattfindet. In dem Maße, wie das Fortschrittsparadigma verblaßte, die Ambivalenz der technischen Entwicklung thematisiert wurde, sich immer neue Lebensbereiche für technische Problemlösungen erschlossen, die langfristigen Nebenwirkungen der massenhaften Anwendung vieler Techniken bedrohliche Ausmaße annahmen und die Möglichkeit von Großunfällen Realität wurde, in dem gleichen Maße wuchsen auch die Anstrengungen, die entfesselte technologische Dynamik zu organisieren, sie an Normen und Standards anzubinden, um die Risikozumutungen in tolerablen Grenzen zu halten. Bisher konnte dieses hohe Ziel trotz wachsender Anstrengungen, den Fortschritt zu steuern, nur punktuell erreicht werden. Um so mehr ist von Interesse herauszufinden, mit welchen Strategien und Instrumenten es gelingt, einen institutionellen Ordnungsrahmen aufzubauen, der bei prinzipiell nicht zu beseitigender Ungewißheit über zukünftige Entwicklungen die Zukunftsfähigkeit technischer Innovationen weiter erhöht (so auch Nowotny 1997).

Das institutionelle Setting, in dem technische Innovationen stattfinden und das die Qualität der Technik, so auch ihre Zukunftsfähigkeit, bestimmt, besteht in einem ersten analytischen Zugriff aus vier jeweils ausdifferenzierten Teilsystemen: dem wissenschaftlich-technischen, dem ökonomischen, dem sozio-kulturellen sowie dem regulativen (politisch-rechtlichen) System. Aus institutioneller und steuerungstheoretischer Perspektive ist es nicht sinnvoll, ein eigenständiges, sich weitgehend selbststeuerndes ökologisches Handlungssystem anzunehmen. Der ökologische Funktionsraum eines technischen Systems ist zielgerichteten und regulierenden Eingriffen nur vermittelt über die Gestaltung der Technik und ihrer Anwendungs- bzw. Nutzungsbedingungen zugänglich. Die Umweltverträglichkeit sozio-technischer Systeme und die Nachhaltigkeit der Nutzung natürlicher Ressourcen bilden Grundnormen zur Gestaltung des ökologischen Funktionsraumes einer Technik, die arbeitsteilig von dem wissenschaftlich-technischen, dem sozio-kulturellen, dem ökonomischen und dem regulativen System übernommen werden müssen. Zukunftsfähigkeit, theoretisch verstanden als Leitwert der immer vorläufigen Bewältigung des Z-Paradoxes, ist auf konkreter Ebene als das Ziel von Koordinationsleistungen innerhalb und zwischen den beteiligten gesellschaftlichen Teilsystemen zu betrachten (vgl. Abb. 3).

Die gesellschaftliche Produktion der Zukunftsfähigkeit von Innovationen bildet ein integrales Moment des Prozesses ihrer gesellschaftlichen Einbindung. Im Verlaufe des Kontextualisierungsprozesses verschaffen sich die supranational, national und regional/lokal institutionalisierten, von der jeweiligen Technik abhängigen Bearbeitungsformen des Z-Paradoxes sowie die politischen und gesellschaftlichen Debatten, diese Formen zu modifizieren und die Technik oder ihre Anwendungsbedingungen nach neuen oder anderen als von den regulierenden Instanzen vorgesehenen Gesichtspunkten zu gestalten, Geltung. Von besonderer Bedeutung sind in diesem Formationsprozeß von Zukunftsfähigkeit technischer Innovationen notwendigerweise die institutionalisierten Handlungszwänge und -anreize zur Bearbeitung von Zielkonflikten: (a) des in Marktgesellschaften immer präsenten Gegensatzes zwischen der dominant kurzfristigen Gewinnorientierung der Unternehmen bei der Entwicklung und Vermarktung von technischen Innovationen und den längerfristigen Folgen dieser wie auch wegen fehlender kurzfristiger Rentabilität nicht weiter entwickelter technischer Systeme, (b) des Spannungsverhältnisses zwischen der Schonung bzw. Mehrung privater Besitzrechte und der Beanspruchung öffentlicher Güter und (c) des Konfliktes zwischen den Lebensinteressen heutiger und künftiger Generationen. Neben den institutionalisierten Be-

arbeitungsformen dieser klassischen Zielkonflikte wirken sich zunehmend auch die Erschütterung des Fortschrittsparadigmas in Verbindung mit einer veränderten Wahrnehmung der sozialen und ökologischen Umwelt sowie die kontinuierliche Verbesserung wissenschaftlicher Analysen der Folgen industriellen Mengenwachstums auf die gesellschaftliche Konstruktion zukunftsfähiger Technik aus.

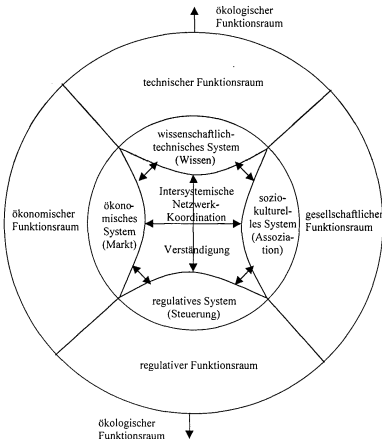


Abb. 3: Funktionsräume und Koordinationsformen technischer Innovationen

Die Erzeugung zukunftsfähiger sozio-technischer Systeme sowie die Etablierung von Institutionen und Verfahren, die mit dieser Zwecksetzung errichtet werden, hängen unter einer theoretisch-analytischen Perspektive betrachtet von vier Funktionsebenen ab:

(1) Mit der Kategorie „Zukunftsorientierung des Systems“ läßt sich eine erste Funktionsebene erfassen. Sie bezieht sich sowohl auf die in den vier Teilsystemen (Wissenschaft und Technik, Ökonomie, Politik und Recht, soziale Reproduktion und Kultur) jeweils institutionalisierten Strategien und Regulierungsformen zur Förderung der Entwicklung zukunftsfähiger technischer Innovationen sowie auf institutionalisierte Verfahren, Normen und Standards zur Gewährleistung von Sicherheit als auch auf das in den vier Teilsystemen vorhandene Bewußtsein und tatsächliche Verhalten zur Verwirklichung zukunftsfähiger Technik und ihr entsprechender Arbeits- und Lebensformen.

(2) In jedem Funktionsraum können allerdings nur bestimmte Aspekte von Zukunftsfähigkeit thematisiert und realisiert werden. Ihre operationale Definition muß in einem Sprachcode erfolgen, der vom jeweiligen System verstanden wird. Darüber hinaus muß sie sich in die systemspezifische Form der Handlungskoordination einfügen. Soweit dies der Fall ist, hängt die Berücksichtigung von Aspekten sozio-technischer Zukunftsfähigkeit (Gestaltungsprinzipien, Sicherheitsnormen, Verträglichkeitskriterien) von deren Funktionalität für die Erreichung des dominanten Systemziels ab. Zu unterscheiden sind somit vier systemische Koordinationsformen: Marktkoordination, wissensorientierte, assoziative und regulative Koordination. Sie werden jeweils ergänzt durch Formen und Mechanismen – mehr oder weniger hierarchischer – innerorganisatorischer Koordination sowie von intrasystemischer Netzwerkkoordination, also der Kooperation zwischen autonomen kollektiven Akteuren des gleichen Systems (z.B. Unternehmensnetzwerke, horizontaler Föderalismus, europäische Politikverflechtung, scientific networks, soziale Netzwerke i.e.S.).

(3) Die dritte Funktionsebene bestimmt sich durch das (auch zwischengesellschaftlich differierende) Verhältnis zwischen den gesellschaftlichen Subsystemen, die ihrerseits die Funktionsräume technischer Systeme strukturieren und regulieren. Von entscheidender Bedeutung sind dabei die Strukturvariablen „relative Systemstärke“ und „Resonanzfähigkeit“. Bezogen auf das regulative (politische) System heißt dies beispielsweise, daß seine Steuerungsfähigkeit (Systemstärke) alleine nicht ausreicht, um seine Ziele durchzusetzen. Vielmehr müssen die „Steuerungsobjekte“ – die anderen Systeme bzw. ihre Akteure – über eine entsprechende Resonanzfähigkeit und Resonanzbereitschaft, also über Steuerbarkeit verfügen.

(4) Die vier Teilsysteme sind nicht nur durch jeweils systemlogisch erzeugte „outputs“ miteinander verknüpft, deren „richtige“ Interpretatio-

nen seitens der Adressaten ungewiß und deren Folgewirkungen überraschend sind, sondern auch durch „Akteurenetzwerke“, in denen sich konkrete Individuen, die auch im Namen von kollektiven Akteuren sprechen und handeln, über Systemgrenzen hinweg verständigen. Sie erleichtern die Herstellung von Resonanz. Gerade in hochentwickelten, stark differenzierten Gesellschaften gewinnen Akteurenetzwerke⁴ zur Vermeidung von Systempathologien und Systemblockaden wachsende Bedeutung. Dies gilt insbesondere für die Erzeugung zukunftsfähiger technischer Innovationen, die vielfältige Interessen in allen Bereichen der Gesellschaft berühren. Die Ermittlung von Konsenszonen über die verhandlungsgeleitete Koordination heterogener Interessen und Einstellungen bietet einen Lösungsansatz, der auch der Enthierarchisierung, Individualisierung und Demokratisierung postindustrieller Gesellschaften entspricht. Intersystemische Akteurenetzwerke gelten als geeignete Koordinationsform sowohl zur Vermeidung als auch zur Bewältigung von Blockaden.

Anstöße für technische Innovationen wie auch für deren zukunftsfähige Gestaltung können von jedem der vier Teilsysteme ausgehen. Jedes Teilsystem ist mit jedem anderen nicht nur funktional und medial, sondern auch durch institutionalisierte, intersystemische Netzwerke verknüpft. Die große Bedeutung von leistungsfähigen Netzwerken zwischen den Akteuren des ökonomischen Systems, des wissenschaftlichen und technischen Systems zur Erzeugung technischer Innovationen ist inzwischen bekannt und unbestritten, wenn auch über den je spezifischen Stellenwert und das Verhältnis von lokalen bzw. regionalen, nationalen und internationalen/globalen Netzwerken noch erheblicher Forschungsbedarf besteht.

Welchen Beitrag zur Entwicklung zukunftsfähiger sozio-technischer Innovationen die Akteurenetzwerke leisten, die das sozio-kulturelle System mit dem wissenschaftlich-technischen, dem ökonomischen und dem regulativen System verbinden, ist dagegen weitgehend unbekannt und auch wissenschaftlich, gesellschaftlich und politisch strittig. Die Anforderungen aus dem sozio-kulturellen System sind in den anderen Systemen nur schwer zu verarbeiten. Mit dem Unwissen der Laien, den tradierten Ge-

4 Das Konzept des intersystemischen Akteurenetzwerks ist mit der Theorie Luhmanns (1984; 1991) unvereinbar. Gemäß der hier entwickelten Vorstellung interagieren Menschen und kollektive Akteure (Organisationen), die ihrerseits Elemente ausdifferenzierter Systeme sind und die mit und in diesen zu kommunizieren in der Lage sind. Akteure sind zu Synthese- und Übersetzungsleistungen fähig und können dadurch Systemresonanz erzeugen.

wohnheiten und Bedürfnissen, der Angst vor dem Unbekannten können die Akteure in Wissenschaft, Wirtschaft und Politik nicht so ohne weiteres umgehen. Sie verlassen sich daher, soweit es eben geht, auf die ihnen jeweils zur Verfügung stehenden Ressourcen, um gegen die Beharrungskräfte in der Gesellschaft technische Innovationen zu entwickeln, marktfähig zu machen und gesellschaftlich durchzusetzen. Diese technokratisch-etatistische Innovationsstrategie kann allerdings in „fundamentalpolitisierten“ (Senghaas) demokratischen Gesellschaften zu unerwarteten Technikblockaden oder durch eine Ausblendung von gesellschaftlichen Bedürfnissen und Interessenlagen zu Fehlallokationen und in der Produktion zu Effizienzverlusten führen.

Einen besonderen Typ von intersystemischen Akteurenetzwerken bilden die sog. „Policy-networks“ (vgl. Héritier 1993). Hierbei handelt es sich um Netzwerke, die von Akteuren des politischen Systems aufgebaut werden, um politische Programme zu implementieren und zu legitimieren. Die Analyse von Policy-networks erfolgt aus der Perspektive politischer Aufgabenerfüllung. Dabei interessiert vor allem ihre politische Leistungsfähigkeit bei der Bewahrung und Erzeugung öffentlicher Güter, also auch von Zukunftsfähigkeit. Die Bearbeitung des Z-Paradoxes unterliegt, wie bereits gezeigt wurde, je spezifischen Systemgrenzen. Nur das regulative (politisch-administrative) System kann im Rahmen seiner Kompetenzen allgemeinverbindliche Entscheidungen treffen, mit denen generelle Ziele und Rahmenbedingungen, Standards, Verfahren und Behörden zur Förderung und Sicherung von Zukunftsfähigkeit institutionalisiert werden. Definition, Schutz und Förderung öffentlicher Güter hängen unter ökonomischen und politischen Wettbewerbsbedingungen letztendlich von allgemeinverbindlichen Entscheidungen, die auch gegen Widerstand durchsetzbar sind, ab. Ohne diese regulativen Vorgaben und steuernden Interventionen lassen sich die Interessen zukünftiger Generationen nicht schützen.

Diese systembedingte Aufgabenzuweisung kann – in Abhängigkeit von der je konkreten Politisierung von Zukunftsfähigkeitsthemen – zu erheblichen Spannungen führen, und zwar innerhalb einzelner politisch-regulativer Subsysteme, zwischen Entscheidungssystemen (Regierungen), wobei die Problemlösungskapazität von der Konfigurierung horizontaler und vertikaler Politikverflechtungsstrukturen abhängt (Scharpf 1992; Benz u.a. 1992), sowie zwischen dem politisch-regulativen System und den anderen gesellschaftlichen Teilsystemen, vor allem der Wirtschaft. Das Ausmaß

der Zukunftsorientierung einer Gesellschaft, speziell die Zukunftsfähigkeit sozio-technischer Innovationen, hängt nicht unerheblich von der Art und Weise ab, wie diese Spannungen (Konflikte) bewältigt werden. Die politisch-regulativen Systeme verfügen inzwischen über ein breites Spektrum von Strategien, um mit Technikkonflikten umzugehen. Thematische und politische Ausgrenzung, zeitliche Verschiebung, symbolische Aktionen, freiwillige Vereinbarungen, aber auch Gebote und Verbote sowie aufwendige Zulassungs- und Kontrollverfahren sind hier Stichworte. Zur Bewältigung von Technikkonflikten um die Verteilung und Höhe von Risikozumutungen zwischen den Akteuren des sozialen Systems – vor allem Stakeholder-Verbänden, Bürgerinitiativen, kulturellen Vereinigungen – und Akteuren aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik haben in Deutschland die politischen Entscheidungssysteme (Bund, Länder) in Reaktion auf den zerbrechenden Technik- und Fortschrittskonsens vielfältige Handlungsprogramme erprobt (vgl. Abb. 4).

	analytische Programme		hierarchische Programme			Interaktive Programme			
	singuläre Studien	Begleitforschung	Information	Bildung	Mediation	Dialog	Diskurs	Beteiligung	Verhandlung
Implementierung durch Akteure aus den Systemen									
Wissenschaft und Bildung	x	x	x	x	x		x		
Wirtschaft			x			x		(x)	x
Politik			x		(x)	x		x	x
Medien			x	x					

Abb. 4: Staatliche Handlungsprogramme zur Förderung sozialer Verständigung mit Akteuren des sozio-kulturellen Systems

Eine generelle Aussage zu der Leistungsfähigkeit einzelner wie insbesondere kombinierter Strategien sozialer Verständigung ist beim aktuellen Forschungsstand nicht möglich. Bei deren Untersuchung sollte das jeweils

erreichte Konsensniveau nicht der alleinige Maßstab sein. Es müßte auch ermittelt werden, ob die die zukünftige Entwicklung von Technik steuern- den und gestaltenden Prinzipien thematisiert und zum Gegenstand von Verhandlungen und der Konsensbildung werden. Von besonderem Interesse wäre der Beitrag einzelner Technisierungskonflikte zum Diskurs über die soziale Konstruktion der Zukunftsfähigkeit technischer Innovationen. Dabei dürfte sich vermutlich herausstellen, daß Unfälle, Krisen und Katastrophen gestaltungsmächtiger als der verständigungsorientierte Dialog zwischen Politik und Gesellschaft sind. Er muß deswegen nicht irrelevant sein; denn in ihm könnten Prinzipien und Kriterien entwickelt werden, die es erlauben, mit den Gefahren zweiter Ordnung umzugehen.

4. Fazit

Die Zukunftsfähigkeit technischer Innovationen ist trotz aller möglicher Vorsorge ein emergentes öffentliches Gut. Zukunftsfähigkeit entsteht als Resultat systemischer und intersystemischer Koordinationsprozesse in regionalen, nationalen und transnationalen Handlungsarenen. Koordination heißt auch Konfliktbewältigung und Konsensfindung. Und je härter in allen Teilbereichen der Gesellschaft die Konflikte um die soziale Konstruktion der Zukunftsfähigkeit von ganzen Technologien (z.B. Gentechnologie) und von vielen einzelnen technischen Innovationen ausgetragen werden, desto mehr dürfte der prägende Einfluß der Anbieterlogik auf die konkrete Ausgestaltung von Zukunftsfähigkeit abnehmen und desto kontingenter wird das Ergebnis. Auf jeden Fall ist es prekär und dilemmatisch. Selbst eine intensive Befassung mit der Zukunft in der Gegenwart kann die Zukunft gefährden, da die Deliberations- und Konsensbildungskosten immer auch zu Lasten der Zukunft gehen.

So kann auf der analytisch-theoretischen Ebene nur der Befund festgehalten werden, daß Gesellschaften ihre je spezifischen Koordinationsmuster zur Erzeugung von Zukunftsfähigkeit ausgebildet haben. Wobei unklar ist, wie stark sie innerhalb und zwischen Staaten variieren und welche erfolgreicher sind. Untersuchungen sollten versuchen, nicht nur typologische Differenzierungen sowie Erfolgs- und Mißerfolgsbedingungen festzustellen, sondern auch der Frage nachzugehen, ob in anderen Ländern erfolgreiche institutionelle Arrangements, Instrumente und Verfahren existieren, die den heimischen Diskurs befruchten könnten.

Literatur

- Albrow, M.: Abschied vom Nationalstaat – Staat und Gesellschaft im globalen Zeitalter (Edition Zweite Moderne), Frankfurt 1998.
- Beck, U.: Risikogesellschaft – Auf dem Weg in eine andere Moderne, Frankfurt 1986.
- Beck, U.: Gegengifte – Die Organisierte Unverantwortlichkeit, Frankfurt 1989.
- Benz, A.; Scharpf, F.W.; Zintl, R. (Hrsg.): Koordination durch Verhandlungssysteme – Analytische Konzepte und institutionelle Lösungen, Frankfurt/New York 1992.
- Bonß, W.: Vom Risiko – Unsicherheit und Ungewißheit in der Moderne, Hamburg 1995.
- Bröchler, St.; Simonis, G.; Sundermann, K. (Hrsg.): Handbuch Technikfolgenabschätzung, 3 Bde., Berlin 1999.
- Buzan, B.: Rethinking Security after the Cold War. In: Nordic Journal of International Studies (Cooperation and Conflict), no. 1, 1997, pp. 5-28.
- Dosi, G.: Technological Paradigms and Technological Trajectories – A Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change. In: Research Policy, vol. 11, 1982, pp. 147-162.
- Fleischmann, G.: Stabilität und Wandel von Technologien – Paradigma, Leitbild, Standard. In: J. Esser u.a. (Hrsg.): Soziale Schließung im Prozeß der Technologieentwicklung, Frankfurt/New York 1998, S. 10-35.
- Héritier, A. (Hrsg.): Policy-Analyse – Kritik und Neuorientierung, Politische Vierteljahresschrift, Sonderheft 24, 1993.
- Hoffmeister, J. (Hrsg.): Wörterbuch der philosophischen Begriffe, 2. Aufl., Hamburg 1955.
- Knie, A.: Wankelmut in der Autoindustrie – Aufstieg und Ende einer Antriebsalternative, Berlin 1994.
- Krücken, G.; Weyer, J.: Risikoforschung. In: St. Bröchler u.a. (Hrsg.): Handbuch Technikfolgenabschätzung, Bd. 1, Berlin 1999, S. 227-235.
- Krupp, H.: Zukunftsland Japan – Globale Evolution und Eigendynamik, Darmstadt 1996.
- Lang, Ch.; Sauer, D. (Hrsg.): Paradoxien der Innovation, Mitteilungen Heft 19/1997, Verbund Sozialwissenschaftliche Technikforschung, München, November 1997.
- Luhmann, N.: Soziale Systeme – Grundriß einer allgemeinen Theorie, Frankfurt 1984.
- Luhmann, N.: Soziologie des Risikos, Berlin/New York 1991.
- Nowotny, H.: Die Dynamik der Innovation – Über die Multiplizität des Neuen. In: G. Bechmann; W. Rammert (Hrsg.): Jahrbuch Technik und Gesellschaft, Nr. 9, Frankfurt/New York 1997, S. 33-54.

- Perrow, Ch.: Normale Katastrophen – Die unvermeidbaren Risiken der Großtechnik, Frankfurt/New York 1987.
- Prittitz, V. von: Das Katastrophen-Paradox – Elemente einer Theorie der Umweltpolitik, Opladen 1990.
- Rahmstorf, St.: Die Welt fährt Achterbahn. In: Süddeutsche Zeitung, Nr. 150, 3./4. Juli 1999.
- Rehmann-Sutter, Ch.: Ethik. In: Chr. Rehmann-Sutter u.a. (Hrsg.): Partizipative Risikopolitik, Opladen 1998, S. 29-166.
- Scharpf, F.W.: Die Handlungsfähigkeit des Staates am Ende des Zwanzigsten Jahrhunderts. In: B. Kohler-Koch (Hrsg.): Staat und Demokratie in Europa, Opladen 1992, S. 93-115.
- Schumpeter, J.A.: Konjunkturzyklen – eine theoretische, historische und statistische Analyse des kapitalistischen Prozesses, Göttingen 1961.
- Simonis, U.E.: Globale Umweltpolitik – Ansätze und Perspektiven, Mannheim etc. 1996.
- Simonis, G.; Droz, R.: Die neue Biotechnologie als Gegenstand der Technikfolgenabschätzung und -bewertung in Deutschland. In: St. Bröckler u.a. (Hrsg.): Handbuch Technikfolgenabschätzung, Bd. 3, Berlin 1999, S. 909-933.
- Weizsäcker, E.U. von: Erdpolitik – Ökologische Realpolitik an der Schwelle zum Jahrhundert der Umwelt, 4. Aufl., Darmstadt 1994.
- Weizsäcker, Chr. von; Weizsäcker, E.U. von: „Fehlerfreundlichkeit“. In: K. Kornwachs (Hrsg.): Offenheit – Zeitlichkeit – Komplexität – Zur Theorie der offenen Systeme, Frankfurt/New York 1984, S. 167-201.

Zukunftsfähige Technikgestaltung als soziale Innovation

Der Diskurs über nachhaltige (oder zukunftsfähige) Entwicklung wird auf sehr heterogene Weise und mit z.T. widersprüchlichen Zielsetzungen geführt. Dennoch gehört die Forderung nach einem neuen, bewußteren, gesellschaftlichen Umgang mit technischer Entwicklung zum gemeinsamen Bestand der unterschiedlichen Debatten. Die folgenden Ausführungen argumentieren, daß sozialwissenschaftliche Technik- und Innovationsforschung relevante Perspektiven für ein vertieftes Verständnis des Innovationsprozesses liefern und damit zu einem verbesserten gesellschaftlichen Management von zukunftsfähigen Innovationen beitragen können. Insbesondere betonen solche Zugänge die enge Verschränkung von Technologien und sozialem bzw. organisatorischem Kontext, d.h. die Verschränkung sozialer Innovationen mit technischen Innovationen.

Vor dem Hintergrund spezifischer Anforderungen nachhaltiger Entwicklung werden in den folgenden Abschnitten einige Ergebnisse soziologischer und ökonomischer Zugänge vorgestellt und daraus resultierende Konsequenzen für eine zukunftsfähige Technikgestaltung diskutiert.

1. Zukunftsfähigkeit als Problem von „Technologie und Politik“

Nachhaltige oder zukunftsfähige Entwicklung wird oft als vorwiegend technisch-naturwissenschaftliches Problem thematisiert. Es gilt, Ressourcen effizienter zu nutzen, Abfälle durch produktionsintegrierten Umweltschutz zu vermeiden, Stoffkreisläufe zu schließen oder nachwachsende Rohstoffe zu verwenden. Die Anforderungen, die unter den Begriffen Nachhaltigkeit oder Zukunftsfähigkeit an ökonomische und technische Entwicklung gestellt werden, reichen allerdings weit über rein technische

Lösungen hinaus. Allein die Berücksichtigung größerer räumlicher Dimensionen (globale Umweltprobleme, Einbeziehung entwicklungspolitischer Fragen) und weiterer Zeithorizonte (Berücksichtigung der „Interessen“ zukünftiger Generationen) verlangen nach neuen Formen der Bewertung und Gestaltung von technischer Entwicklung. Dies wird unterstrichen durch gesellschaftspolitische Vorstellungen, wie der stärkeren Dezentralisierung von Politik (kommunale Ebene – Agenda 21), die im Rahmen von Aktionsprogrammen zu nachhaltiger Entwicklung artikuliert werden.

Maarten Hajer (1995) spricht in diesem Zusammenhang von einem spezifischen Diskurs „ökologischer Modernisierung“, der mit seiner Betonung auf Effizienz und der Möglichkeit der Ökologisierung des Wirtschaftssystems die spezifische Wahrnehmung der Umweltprobleme in den 70er Jahren – als apokalyptisch und die Grenzen des Wachstums sprengend – abgelöst hat.

Die Forderung nach Zukunftsfähigkeit in der Technikentwicklung hat mit der Einsicht zu tun, daß neue Technologien unsere und die Lebensbedingungen späterer Generationen maßgeblich beeinflussen können, und daß Entscheidungen über Technologien immer auch Entscheidungen über gesellschaftliche Entwicklungsmöglichkeiten sind. Zukunftsfähige Technikgestaltung spricht damit direkt das politische Potential von Technikentwicklung an und kann in diesem Sinne als bewußte gesellschaftspolitische Strategie verstanden werden, die auf möglichst breiter Basis Bedürfnisse gesellschaftlicher Gruppen berücksichtigen und technische Innovationen so gestalten und beeinflussen will, daß sie auf ausreichende soziale Akzeptanz stoßen.

In Zusammenhang mit zukunftsfähiger Technikgestaltung tritt die paradoxe Situation des Managements von Innovationen auf zweifache Weise zutage: Grundlegende technische Neuerungen bedürfen ganz allgemein eines entsprechenden sozialen und institutionellen Kontexts, um zu „funktionieren“ und Chancen auf Verbreitung zu haben. Technische Innovation ist in jedem Fall unauflöslich verknüpft mit sozialer Innovation – beide setzen sich wechselseitig voraus, und beide sind nicht aufeinander reduzierbar. Darüber hinaus ist der Durchsetzungsprozeß technischer Innovationen in vielen Fällen von kontingenten Rahmenbedingungen abhängig, die im vorhinein nicht abschätzbar sind.

Paradox ist in zweiter Linie die Situation, daß die ökologischen und sozialen Folgewirkungen einer Technologie in einem frühen Stadium ihrer Entwicklung nicht bekannt sind und nur zum Teil dieser Technologie inhärent sind, d.h. auch von der Art ihrer zukünftigen sozialen und technischen Einbettung abhängen. Zukunftsfähige oder nachhaltige Entwicklung ist in diesem Sinne ein „historisch offenes Entwicklungs- und Transformationskonzept, das sich nicht auf historische Trends oder langfristige Kontinuitätsannahmen stützen kann, sondern allein auf die Handlungsmöglichkeiten und -ziele gesellschaftlicher Akteure und Akteursgruppen“ (Wehling 1997, S. 36).

Beide Paradoxien implizieren, daß zukunftsfähige Technikgestaltung nur als kontinuierlicher Prozeß verstanden werden kann. Es gilt, eine ständige Rückkopplung technischer Innovationen mit den Bedürfnissen der NutzerInnen und den erwartbaren Folgen ihres Einsatzes herzustellen.

Traditionelle Ansätze der Innovationsforschung, die Innovation als lineares Stufenmodell von Forschung zu technischer Anwendung begreifen oder die Technologien isoliert außerhalb ihres sozialen Kontexts stellen und „Entpolitisiertheit“ als Idealbild des Innovationsprozesses darstellen, scheinen wenig geeignet, das Management sozio-technischer Innovationen zu verbessern. Demgegenüber scheinen sozialwissenschaftliche Zugänge zu Technikgestaltung eher den vielfältigen Anforderungen, die unter dem Begriff Zukunftsfähigkeit an die Technikentwicklung gestellt werden, gerecht zu werden.

Sozialwissenschaftliche und ökonomische Technikforscher analysieren Technik ausdrücklich nicht mehr nur als „Manna from heaven“ (Freeman 1994), wie es charakteristisch für die nach wie vor dominierende neoklassisch ökonomische Analyse ist, oder als Motor sozialer Änderungen und Folgewirkungen, wie häufig in soziologischen Untersuchungen, sondern Technik wird als inhärent soziales Phänomen erkannt, als Teil sozialer Strategien und Auseinandersetzungen. Gesellschaftlichkeit findet sich in Technik nicht nur mittels spezifischer Konstruktionsentscheidungen, sondern auch indem technische Artefakte und Infrastrukturen mit sozialen Organisationen oder kulturellen Werten eine nicht-trennbare Einheit, ein „seamless web“ (Hughes 1986) bilden.

Eine analytische Perspektive, die die gesellschaftliche Konstituiertheit von Technik und gleichzeitig ihre gesellschaftskonstituierende Bedeutung in den Vordergrund stellt, scheint auch nutzbar für die Problematik zu-

kunftsfähiger Technikentwicklung zu sein – nicht indem sie Rezepte für die konkrete Gestaltung von Innovationen bereitzustellen vermag, aber indem sie Ausgangspunkte für ein gesellschaftliches Management solcher Innovationen bietet und moderierend an diesem Prozeß teilnehmen kann.

In den folgenden beiden Abschnitten sollen zuerst einige Charakteristika sozialwissenschaftlicher und ökonomischer Analyse technischen Wandels dargestellt und im nächsten Schritt daraus resultierende Ansätze für ein gesellschaftliches Innovationsmanagement diskutiert werden.

2. Technikgestaltung aus der Perspektive sozialwissenschaftlicher Technikforschung

Die Perspektiven und Resultate sozialwissenschaftlicher und ökonomischer Technikforschung der letzten 20 Jahre scheinen in besonderem Maße dazu geeignet zu sein, ein Problembewußtsein für die Bedeutung sozialer Innovationen in der Technikgestaltung zu schaffen. Dies ist um so bedeutender, als gerade die aus Nachhaltigkeit und Zukunftsfähigkeit resultierenden Erfordernisse ein erweitertes Verständnis technischer Innovationen verlangen.

Ökonomisch orientierte Zugänge gehen allerdings von einem eher neutralen Begriff von Innovation aus, der nicht in bezug auf umwelt- oder sozialpolitische Zielsetzungen qualifiziert wird.

Das Verhalten von Firmen – und diese sind der Hauptbezugspunkt ökonomischer Analysen – ist in der Perspektive evolutionärer Ökonomie gekennzeichnet durch kumulative und lokale Lernprozesse unter Bedingungen unvollständiger Information und Unsicherheit. Auf dieser Basis ergeben sich gemeinsame Themen und Konzepte mit sozialwissenschaftlichen Ansätzen.

Das Innovationsgeschehen ist auf vielfältige Weise in einen technischen, historischen und sozialen Kontext eingebettet: auf technischer Ebene durch bestehende technische Systeme und technologische Regime, auf kognitiver Ebene durch die Gebundenheit von Wissen an Personen als „tacit knowledge“ (Senker 1995) und durch die orientierende und fokussierende Funktion von Leitbildern der Technikentwicklung (Dierkes u.a. 1992)

bzw. von technologischen Paradigmen (Dosi 1982). Besonders in ökonomischen Arbeiten wird die Bedeutung des institutionellen Umfeldes (Freeman 1994) – etwa das System der Berufsausbildung, Forschungssystem oder die Finanzierung von Investitionen – von Technikentwicklung und daraus folgend die Bedeutung institutioneller Lernprozesse (Johnson 1992) betont. „Organisational and institutional innovations are thus inextricably associated with technical innovations“, schreibt Freeman (1994, S. 483). Dies wird in modifizierter Weise auch in techniksoziologischen Zugängen reflektiert – sei es im Konzept sozio-technischer Systeme (Hughes 1987), das institutionelle und organisatorische Elemente mit technischen Systemen verknüpft, oder im Begriff des „heterogeneous engineering“ (Law 1987), wo technische Innovation einher geht mit dem simultanen Entwurf organisatorischer Rahmenbedingungen oder politischer Erwartungen.¹

In Übereinstimmung mit sozialwissenschaftlichen Zugängen wird Innovation damit als System bzw. als ein interaktiver und rekursiver Prozeß konzipiert (Asdonk u.a. 1991), der keine klare Trennung zwischen Forschung, Entwicklung und Diffusion von Technologien zuläßt – treffend ausgedrückt in einem Aufsatz mit dem Titel „Innofusion or Diffusation?“ (Fleck 1988). Erfolgreiche Innovationen sind gekennzeichnet durch ständiges Feedback aus der Diffusionsphase, durch Interaktion mit potentiellen Nutzern von Innovationen (Lundvall 1988; 1992) bzw. durch intensive Kenntnisse des Marktes und der Bedürfnisse von Nutzern (Freeman, Soete 1997). Gleichzeitig weisen techniksoziologische Untersuchungen den engen Konnex von Entwicklern und Nutzern nach, indem sie zeigen, wie im Rahmen von Konstruktionsprozessen – bewußt oder unbewußt – spezifische Bilder von Nutzern entworfen und als „Scripts“ in Technologien eingebaut werden (Akrich 1992).

Daraus ergibt sich als Ziel von Technologiepolitik nicht das Aufheben von Marktversagen, wie in neoklassischen Zugängen, sondern die Unterstützung der Unternehmen bei der Anpassung an Veränderung, die Stimulierung technologischer Fähigkeiten und die Unterstützung von institutionellen Lernprozessen (vgl. Metcalfe 1995).

Viele Ansätze sozialwissenschaftlicher Technikforschung gehen über diese gemeinsamen Themen mit ökonomischer Innovationsforschung hinaus

1 Siehe für das Beispiel der Entwicklung von Elektrofahrzeugen auch Callon 1987.

und bieten Perspektiven an, denen es verstärkt um den Inhalt von Technik geht (Williams, Edge 1996), darum, wie die Bedeutung von Technik in der Interaktion einer breiten Palette von Akteuren (Individuen oder Organisationen) konstituiert wird. Deren Wahrnehmungen, Interessen, Strategien und Kontroversen spielen eine bedeutende Rolle bei der Gestaltung und Durchsetzung von Innovationen. Technologien sowie soziale Beziehungen und Interessen sind in diesen Zugängen nicht voneinander trennbar – bei Technikgestaltung geht es also immer um die Gestaltung sozio-technischer Einheiten, die die kleinstmögliche Einheit der Analyse sind.

So betonen sozialkonstruktivistische Theorien (vgl. Bijker 1995) die „interpretative Flexibilität“ von Technologien – was ein technisches Artefakt ist, und ob es funktioniert, hängt von der jeweiligen sozialen Perspektive, der jeweiligen Interpretation ab. Erst in den Kontroversen und in der Interaktion relevanter sozialer Gruppen wird entschieden, ob ein technischer Entwicklungsprozeß abgeschlossen ist oder nicht. Natürlich sind die Kontroversen der relevanten Gruppen und die denkbaren Optionen und Handlungsmöglichkeiten in einen historischen und sozialen Kontext eingebunden, dem sozialkonstruktivistische Theorien durch das Konzept des „technological frame“, der die Handlungen der Akteure mit sozialen Strukturen verbindet, gerecht werden.

Akteursnetzwerktheorien (vgl. etwa Callon 1986; Latour 1996) gehen noch einen Schritt weiter und versuchen, menschliche Akteure und technische Artefakte auf symmetrische Weise zu beschreiben – es gibt in dieser Perspektive keine separierbaren Bereiche von Natur/Technik und Gesellschaft. In Akteursnetzwerken geschieht technische Innovation und Bildung bzw. Wandel von Gesellschaft gleichzeitig und als nicht trennbarer Prozeß. Im Zentrum stehen Konzepte wie „translation“ oder „enrolment“, die beschreiben, wie solche sozio-technischen Einheiten konstruiert werden, indem die Identität und der Ort anderer Akteure verhandelt und festgelegt werden. Die Entwicklung von Technik bedeutet daher auch gleichzeitig die Herstellung neuer Beziehungen zwischen Projekten, Interessen, sozialen Zielen, Personen und technischen Artefakten.

Was bedeuten diese abstrakten Erkenntnisse und Konzepte nun für das Problem nachhaltiger Entwicklung bzw. zukunftsverträglicher Technikgestaltung?

Sozialwissenschaftliche Forschungsperspektiven zeigen vor allem die Gestaltbarkeit von Technik durch strategisch handelnde Akteure. Sie streichen damit die gesellschaftspolitischen Dimensionen von Technikgestaltung hervor, den Raum für Politik, der damit eröffnet wird, die breite Palette an „stakeholders“ und zugleich deren ungleiche Beteiligungschance in der Gestaltung von Technik, d.h. die Einbettung von Technik in den gesellschaftlichen Kontext. Dies ist natürlich von besonderer Bedeutung für das Ziel zukunftsfähiger Technikgestaltung, da hier Dimensionen wie explizite politische Zielsetzungen, eine große Bandbreite von betroffenen und interessierten sozialen Gruppen und Organisationen oder die Bedeutung des Inhalts von Technik (und seiner ökologischen und sozialen Folgen) besonders hervortreten.

Sozialwissenschaftliche Technikforschung scheint aufgrund ihres gesellschaftlich breiten Zugangs daher besonders geeignet, sich mit Fragen aktiver Technikgestaltung (als inhaltlicher Eingriff in die Entwicklung von Technologien) zu beschäftigen. Technikforschung kann dazu beitragen, aus der wechselseitigen Beziehung von technologischer Innovation und sozialem Kontext Strategien für eine bewußtere Technikgestaltung über die Gestaltung von Kontexten – etwa durch Einbeziehung und Partizipation von Betroffenen – zu nutzen. Über neue soziale Initiativen und Praktiken – allgemein über soziale Innovationen – können technische Innovationen angeregt und in bestimmte Richtungen gelenkt werden.

3. Auf dem Weg zu einer zukunftsfähigeren Technikgestaltung

Einzelne Konturen für einen Beitrag der Sozialwissenschaften zu einem vertieften Verständnis von Innovation und dessen Nutzung für die Förderung einer zukunftsfähigen Entwicklung sollten sich in den vorangegangenen Abschnitten bereits abgezeichnet haben. In diesem abschließenden Abschnitt wird versucht, einige der auf sozialwissenschaftlichen Perspektiven aufbauenden Vorschläge für Methoden und Instrumente zukunftsfähiger Technikgestaltung zu konkretisieren.

Ziel dieser Instrumente ist es, einen Nexus zwischen der Ebene der Hersteller, der Ebene der NutzerInnen und Betroffenen neuer Produkte und Technologien und der Ebene der Politik (nicht beschränkt auf staatliches Handeln) herzustellen. Der offene Prozeß nachhaltiger Entwicklung kann auf diese Weise reflexiver gestaltet und moderiert werden.

Zwei Ansatzpunkte für eine gesellschaftlich inklusivere Art der Technikgestaltung sollen in diesem Abschnitt herausgegriffen werden:

- eine kritische Überprüfung des Diskurses über Nachhaltigkeit und dessen Übersetzung in Praxis als Beitrag zur Erhöhung der Reflexivität der Debatte um zukunftsfähige Technikgestaltung;
- die Entwicklung von Verfahren zur stärkeren Partizipation von Betroffenen und zur vermehrten Einbeziehung von Nachfrage und Bedürfnissen.

3.1 Mehr Reflexivität im Diskurs über Nachhaltigkeit

Ein fruchtbarer Beitrag sozialwissenschaftlicher Technikforschung wäre ein bewußterer und reflexiverer Umgang mit dem Begriff der Zukunftsfähigkeit. Wie eingangs erwähnt, ist die Verwendung von Begriffen wie Nachhaltigkeit oder Zukunftsfähigkeit häufig sehr diffus und inkonsistent. Dieser Diffusität muß nicht ein mangelndes Verständnis des Problems zugrunde liegen, die ungenaue Nutzung des Begriffs kann auch selbst eine Funktion haben – etwa die Vereinigung divergierender Interessen unter einer gemeinsamen Zielsetzung oder die Nutzung des Begriffs von verschiedenen Akteuren mit je eigenen strategischen Zielsetzungen.

Maarten Hajer (1995) demonstriert in seinem Buch „The Politics of Environmental Discourse“ anhand der Diskussion zu „saurem Regen“ in England und in den Niederlanden, wie die Entwicklung von Umweltpolitik kritisch von der spezifischen sozialen Konstruktion von Umweltproblemen abhängt. Dabei ist nicht nur von Bedeutung, was gesagt wird, sondern auch das institutionelle Umfeld, in dem dieser Diskurs abläuft und das mitbestimmt, was überhaupt sinnvoll gesagt werden kann.

Die Stärke einer solchen sozialkonstruktivistischen Diskursanalyse beschränkt sich nicht auf die Demystifizierung dessen, was ursprünglich als rational erschienen ist (z.B. was Umweltprobleme sind und wie sie gelöst werden sollen), sondern kann auch dazu beitragen, neue Perspektiven für neue „reflexivere“ institutionelle Arrangements zu entwickeln.

Nachhaltige Entwicklung kann in diesem diskursanalytischen Konzept als eine gemeinsame „Erzählform“ gesehen werden, die als gemeinsamer Bezugspunkt erstmals eine globale Diskurskoalition unterschiedlichster Ak-

teure (Experten, Unternehmen, NGOs etc.) in der Umweltpolitik möglich gemacht hat. Eine Koalition, die die Art des Sprechens über Umweltprobleme teilt, die aber aus Mitgliedern mit weit differierenden sozialen und kognitiven Überzeugungen besteht. Das Paradox ist, daß diese Diskurskoalition für nachhaltige Entwicklung nur aufgrund der Vagheit des Diskurses zusammengehalten werden kann.

Die Unbestimmtheit und die allgemeine Verwendbarkeit des Begriffs Zukunftsfähigkeit oder Nachhaltigkeit müssen jedoch nicht nur kohäsive Auswirkungen haben. Es handelt sich bei Nachhaltigkeit bereits um eine Art dominanten gesellschaftlichen Diskurs (Gugerli 1995). Nimmt man etwa die Energiewirtschaft als Beispiel, so gibt es kaum einen Akteur, der nicht das Ziel der Nachhaltigkeit auf seine Fahnen heftet – seien es Vertreter der Kernenergie, Öl-, Gaswirtschaft oder erneuerbarer Energieträger.

In der Praxis wird dabei versucht, Nachhaltigkeit strategisch für eigene Zwecke zu bestimmen, um eigene Interessen durchzusetzen, Allianzen zu bilden, Akteursnetzwerke zu formieren und zu stabilisieren. Relevant ist weniger die rhetorische Nutzung des Begriffs Nachhaltigkeit, von Bedeutung sind vor allem die Übersetzungs- und Verfestigungsprozesse dieses Begriffs, d.h. die politischen Aushandlungsprozesse, die zu einer spezifischen Praxis führen und in spezifischen Institutionalisierungsformen ihren Niederschlag finden (Hajer 1995/96).

Grundsätzlich ist daher die Frage von großem Interesse: Welche Rolle spielen Begriffe wie Nachhaltigkeit oder Zukunftsfähigkeit im Rahmen von Innovationen bzw. allgemein in der Gestaltung von Technik? Es ist techniksoziologisch interessant und praktisch relevant zu erforschen, wie mit solchen Begriffen versucht wird, bestimmte technische Optionen zu stabilisieren und durchzusetzen – auch solche, die aus der Perspektive anderer Akteure nicht den Kriterien nachhaltiger Entwicklung genügen. Aufgabe sozialwissenschaftlicher Technikforschung sollte es sein, dominante Diskurse über die Entwicklung von Technik zu dekonstruieren, d.h., dahinter liegende Interessen und Strategien bzw. Konsequenzen sichtbar zu machen.

Zukunftsverträgliche Technikgestaltung bedeutet auch, die Verfestigung des entsprechenden Leitbildes in der Praxis, d.h. auch in der Technologie, kritisch zu überprüfen und einer politischen Gestaltung zu öffnen. Denn

die Konkretisierung des Begriffs Nachhaltigkeit bedeutet zugleich einen (offenen oder nur auf wenige Akteure beschränkten) gesellschaftlichen Aushandlungsprozeß über die Gestaltung (oder Diffusionschancen) von Technologien.

3.2 Bürgerbeteiligung und gesellschaftliches Management von Technikentwicklung

Eine weitere Ebene des gesellschaftlichen Managements von Technikentwicklung, die aus der Perspektive sozialwissenschaftlicher Technikforschung von Bedeutung ist, ist die Einbindung einer größeren Anzahl von Akteuren in die Gestaltung technischen Wandels.

Partizipation ist bedeutsam aus mehreren Gründen:

- Zukunftsfähigkeit ist ein offenes Konzept, das einer ständigen Reflexion, Rückbindung mit sozialen Entwicklungen und einer möglichst breiten Einbindung gesellschaftlicher Kräfte bedarf;
- eine Rückkopplung mit Nutzern ist von genereller Bedeutung für Technikentwicklung – und besonders für eine zukunftsfähige Technikentwicklung, die auch den Anspruch der Sozialverträglichkeit, d.h. die intensive Berücksichtigung von Nutzerinteressen, hat; verstärkte Partizipation kann insbesondere die soziale Einbettung von Technologien fördern;
- zukunftsfähige Technikentwicklung ist in weiten Teilen ein politisches Konzept, das nach einer stärkeren Demokratisierung des Technikgestaltungsprozesses verlangt. Bechmann (1997) spricht generell von einem Trend zur Prozeduralisierung von Politik. Dadurch gewinnen soziale Aushandlungsprozesse und deren Moderation an Bedeutung.

Insbesondere in Deutschland und in skandinavischen Ländern kann die aktuelle Diskussion um partizipative Technikgestaltung auf langjährige praktische Erfahrungen mit Technikfolgenabschätzung (TA), Bürgerbeteiligungsverfahren und Programmen zur sozialverträglichen Technikgestaltung (insbesondere das SoTech-Programm in Nordrhein-Westfalen) zurückgreifen. Mit unterschiedlichen Beteiligungsverfahren – Beispiele sind die Planungszellenmethode von Dienel (1978), die Bürgergutachten der

Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg, die dänischen Consensus-Konferenzen oder Mediationsverfahren, wie sie in den USA seit vielen Jahren erprobt werden – wird versucht, die Perspektive von Techniknutzern stärker in den Konstruktionsprozeß von Technologien einzubeziehen bzw. Konsens in Standort- oder technologiepolitischen Entscheidungen herzustellen.

Dennoch sind partizipative Verfahren kein Allheilmittel und die bisherigen Erfahrungen in der TA bzw. in Konflikten um den Einsatz bestimmter Technologien nicht durchweg positiv. So warnt Bechmann (1997, S. 158) vor den immobilisierenden Wirkungen bürokratischer Regelungen von Partizipation vor allem bei der Festlegung langfristiger Strategien und Zukunftsfragen. Auch Simonis (1997) verweist auf die bisherigen Erfahrungen mit kommunikativen Verfahren in Deutschland, die im allgemeinen zu keiner Lösung von Konflikten – wohl aber zu deren Transparentmachung – geführt haben. Gefahren bestehen zweifellos auch dort, wo partizipative Verfahren nur noch der Akzeptanzbeschaffung bereits entschiedener technischer Projekte dienen.

Partizipationsorientierte Technikgestaltung ist dennoch einer der Kernpunkte aktueller Diskussionen um die Weiterentwicklung traditioneller – reaktiver – TA zu einem aktiven gesellschaftlichen Technologiemanagement. Ein Beispiel ist das Konzept „innovationsorientierte TA“ des Arbeitskreises „Technikfolgenabschätzung und -bewertung“ des Landes Nordrhein-Westfalen (Bröchler 1997), das durch beteiligungsorientierte Gestaltung des Innovationsgeschehens gesellschaftlich akzeptable Handlungskorridore identifizieren und zu einer neuen Kultur im Umgang mit gesellschaftlichen Konflikten beitragen will.

Explizit auf die im vorangegangenen Abschnitt vorgestellten Ansätze sozialwissenschaftlicher Technik- und Innovationsforschung bezieht sich das niederländische Konzept des Constructive Technology Assessment (CTA). In Weiterentwicklung des Konzepts evolutionärer Ökonomie, die das Innovationsgeschehen im Spannungsfeld zwischen Variation von Technologien auf Firmenebene und Selektion durch das Markt- und institutionelle Umfeld begreift, setzt CTA auf den Nexus zwischen Variation und Selektion, d.h. die bewußte Mitgestaltung der Selektionsumgebung und die institutionelle Verbindung zwischen innovierenden Akteuren und selektierender Umgebung. Im Rahmen von CTA-Konzepten werden daher drei Hauptstrategien unterschieden (vgl. Schot 1992; Schot, Rip 1997):

- das „Erzwingen“ von Technologien durch gezielte Förderung oder Finanzierung – ein eher kontroversieller Zugang, insbesondere was die spätere Marktfähigkeit solcher Technologien betrifft;
- die Modifikation der Selektionsumgebung, etwa durch regulatorische Eingriffe oder Normierung;
- die Herstellung eines technologischen Nexus, d.h. die Stärkung der Verbindung zwischen Technikentwicklung und Selektion durch NutzerInnen, z.B. indem die Artikulation des oft diffusen Drucks von Umwelt- oder Konsumentenorganisationen öffentlich unterstützt wird.

Ein Instrument, das im Rahmen von CTA für die Förderung und Erprobung alternativer technologischer Konzepte vorgeschlagen wird, ist strategisches Nischenmanagement, d.h. die zeitlich begrenzte Schaffung eines geschützten Raums für die Entwicklung und Erprobung neuer Technologien (diskutiert etwa am Beispiel Elektrofahrzeuge).

CTA wird von seinen Proponenten nicht als spezifisches Instrument der Technikgestaltung angesehen, sondern als Teil einer politischen Strategie gesellschaftlichen Technikmanagements. Es soll verstanden werden als interaktiver Prozeß, der zwischen Produzenten und Nutzerinteressen vermittelt und eine interaktive und moderierende Rolle des Staates zur Voraussetzung hat. CTA stellt daher besonders die administrative Trennung zwischen der Ebene der Förderung von Technikentwicklung und der Ebene der Kontrolle und Regulierung von Technik in Frage (ebd., S. 264).

Natürlich erfordert die stärkere Integration gesellschaftlicher Zielsetzungen und der Interessen sozialer Gruppen, die bisher wenig Einfluß auf die Gestaltung technischer Innovationen hatten, neben den bisher genannten auch weitere Formen der politischen Institutionalisierung von Technikgestaltung. Im Grunde handelt es sich dabei um einen Wechsel von einer angebots- zu einer bedarfsorientierten und zugleich von einer produkt- zu einer prozeßorientierten Strategie der Technologiepolitik (vgl. Weyer 1997, S. 331). Die klassische Rolle des Staates als Förderer von Schlüsseltechnologien und technischen Großforschungseinrichtungen kann diesen Anforderungen nicht gerecht werden.

Die soziale und fachliche Diversifizierung von Technologiepolitik verlangt nach einem „interaktiven“ Staat (Simonis 1995), der technologiepolitische Dialoge moderiert, der dezentrale Akteure koordiniert und unter-

stützt, Plattformen für verstärkte Interaktion und den Aufbau von Netzwerken bereitstellt. Die Aufgabe des Staates verschiebt sich dabei von einer direkten Intervention in Technikentwicklung zu einer unterstützen den „conditions providing policy“ (Schienstock 1998).

Die Paradoxien von Innovation und Nachhaltigkeit – d.h. der wechselseitigen Voraussetzung von Technik und sozialem Kontext sowie der Probleme einer a priori Abschätzung zukünftiger ökologischer und sozialer Folgen einer Innovation – lassen sich durch sozialwissenschaftliche Technikforschung nicht beseitigen. Es kann nur versucht werden, rationaler mit ihnen umzugehen, indem Technikgestaltung als eine permanente gesellschaftliche Herausforderung gesehen wird (nicht nur eine für IngenieurInnen oder Firmen), die einer ständigen Rückkopplung von politischen Zielen und gesellschaftlichen Bedürfnissen mit dem Prozeß der Innovation bedarf.

Sozialwissenschaftliche Technikforschung sollte daher im Idealfall zu einer höheren kommunikativen Rationalität im Prozeß der Gestaltung neuer Technologien und im Umgang mit Begriffen wie Nachhaltigkeit oder Zukunftsfähigkeit beitragen.

Verbesserte Reflexivität und kommunikative Rationalität in der Gestaltung von Technologien heißt vor allem, eine größere Anzahl von Akteuren zu befähigen, ihre Interessen in den Gestaltungsprozeß von Technik einzubringen und zu verhandeln. Es geht bei zukunftsverträglicher Technikgestaltung daher auch zentral um die Qualität des öffentlichen Diskurses über Technik. Ein solcher Diskurs muß zweifellos adäquate institutionelle Formen finden. Einige – noch recht vereinzelte und allgemeine – Ansatzpunkte dazu sind in den obenstehenden Abschnitten skizziert.

Zukunftsfähige Technikgestaltung heißt, um zum Ausgangspunkt dieser Ausführungen zurückzukommen, daß eine gezielte Gestaltung technischer Innovationen sozialer Innovationen bedarf, einer bewußten Gestaltung des sozialen Umfelds von Technikanwendung und einer möglichst deutlichen Artikulation gesellschaftlicher Anforderungen an Innovationen. Sozialwissenschaftliche Forschung könnte das Verständnis dieses Zusammenhangs von Technologie und sozialem Kontext verbessern und zumindest Ansatzpunkte für seine rationalere Gestaltung bereitstellen.

Literatur

- Akrich, M.: The De-scription of Technical Objects. In: W.E. Bijker; J. Law (eds.): *Shaping Technology / Building Society*, Cambridge, MA, 1992, pp. 205-224.
- Asdonk, J.; Bredeweg, U.; Kowol, U.: Innovation als rekursiver Prozeß – Zur Theorie und Empirie der Technikgenese am Beispiel der Produktionstechnik. In: *Zeitschrift für Soziologie*, Heft 4, 20. Jg., 1991, S. 290-304.
- Bechmann, G.: Diskursivität und Technikgestaltung. In: S. Köberle u.a. (Hrsg.): *Diskursive Verständigung? – Mediation und Partizipation in Technikkontroversen*, Baden-Baden 1997, S. 151-163.
- Bijker, W.E.: *Of Bicycles, Bakelites and Bulbs – Towards a Theory of Sociotechnical Change*, Cambridge, MA, 1995.
- Bröckler, S.: Überlegungen für ein Konzept „innovationsorientierter TA“. In: *VITA-Newsletter*, Heft 2, 1997, S. 1-7.
- Callon, M.: Some Elements of a Sociology of Translation – Domestication of the Scallops and the Fishermen of St. Brieuc Bay'. In: J. Law (ed.): *Power, Action and Belief – A New Sociology of Knowledge?* London 1986, pp. 196-233.
- Callon, M.: Society in the Making – The Study of Technology as a Tool for Sociological Analysis. In: W.E. Bijker et al. (eds.): *The Social Construction of Technological Systems*, Cambridge, MA, 1987, pp. 83-103.
- Dienel, P.: *Die Planungszelle*, Opladen 1978.
- Dierkes, M.; Hoffmann, U.; Lutz, M.: *Leitbild und Technik – Zur Entstehung und Steuerung technischer Innovationen*, Berlin 1992.
- Dosi, G.: Technological Paradigms and Technological Trajectories – A Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change. In: *Research Policy*, vol. 11, 1982, pp. 147-162.
- Fleck, J.: *Innofusion or Diffusion? – The Nature of Technological Development in Robotics*, Edinburgh PICT, Working Paper no. 4, Edinburgh 1988.
- Freeman, C.: The Economics of Technical Change. In: *Cambridge Journal of Economics*, vol. 18, 1994, pp. 463-514.
- Freeman, C.; Soete, L.: *The Economics of Industrial Innovation*, 3. Auflage, London 1997.
- Gugerli, D.: Sociocultural Aspects of Technological Change – The Rise of the Swiss Electricity Supply Economy. In: *Science in Context*, vol. 8, no. 3, 1995, pp. 459-486.
- Hajer, M.A.: *The Politics of Environmental Discourse*, Oxford 1995.
- Hajer, M.A.: Politics on the Move – The Democratic Control of the Design of Sustainable Technologies. In: *Knowledge and Policy*, vol. 8, no. 4, 1995/1996, pp. 26-39.
- Hughes, T.P.: The Seamless Web – Technology, Science, Etcetera, Etcetera. In: *Social Studies of Science*, no. 16, 1986, pp. 281-292.
- Hughes, T.P.: The Evolution of Large Technological Systems. In: W.E. Bijker et al. (eds.): *The Social Construction of Technological Systems*, Cambridge, MA, 1987, pp. 51-82.

- Johnson, B.: Institutional Learning. In: B.-Å. Lundvall (ed.): National Systems of Innovation, London 1992, pp. 23-44.
- Latour, B.: On Actor-network Theory – A Few Clarifications. In: Soziale Welt, Heft 4, 47. Jg., 1996, S. 369-381.
- Law, J.: Technology and Heterogeneous Engineering – The Case of Portuguese Expansion. In: W.E. Bijker et al. (eds.): The Social Construction of Technological Systems, Cambridge, MA, 1987, pp. 111-134.
- Lundvall, B.-Å.: Innovation as an Interactive Process – From User-producer Interaction to the National System of Innovation. In: G. Dosi et al. (eds.): Technical Change and Economic Theory, London 1988, pp. 349-369.
- Lundvall, B.-Å.: User-producer Relationships, National Systems of Innovation and Internationalisation. In: B.-Å. Lundvall (ed.): National Systems of Innovation, London 1992, pp. 45-67.
- Metcalf, J.S.: Technology Systems and Technology Policy in an Evolutionary Framework. In: Cambridge Journal of Economics, no. 19, 1995, pp. 25-46.
- Schienstock, G.: Neue Perspektiven einer Technik- und Innovationspolitik. In: C. Wächter u.a. (Hrsg.): Technik gestalten, München 1998, S. 127-136.
- Schot, J.: Constructive Technology Assessment and Technology Dynamics – The Case of Clean Technologies. In: Science, Technology, & Human Values, no. 1, vol. 17, 1992, pp. 36-56.
- Schot, J.; Rip, A.: The Past and Future of Constructive Technology Assessment. In: Technological Forecasting and Social Change, vol. 54, 1997, pp. 251-268.
- Senker, J.: Tacit Knowledge and Models of Innovation. In: Industrial and Corporate Change, no. 2, vol. 4, 1995, pp. 425-447.
- Simonis, G.: Ausdifferenzierung der Technologiepolitik – vom hierarchischen zum interaktiven Staat. In: R. Martinsen; G. Simonis (Hrsg.): Paradigmenwechsel in der Technologiepolitik? Opladen 1995, S. 381-404.
- Simonis, G.: Gentechnologie – Stand und Perspektiven der Technikfolgenabschätzung in Deutschland. In: R. von Westphalen (Hrsg.): Technikfolgenabschätzung als politische Aufgabe, 3. Auflage, München 1997, S. 425-447.
- Wehling, P.: Sustainable Development – eine Provokation für die Soziologie? In: K.-W. Brand (Hrsg.): Nachhaltige Entwicklung – Eine Herausforderung für die Soziologie, Opladen 1997, S. 35-50.
- Weyer, J.: Partizipative Technikgestaltung – Perspektiven einer neuen Forschungs- und Technologiepolitik. In: J. Weyer u.a. (Hrsg.): Technik, die Gesellschaft, Berlin 1997, S. 329-346.
- Williams, R.; Edge, D.: The Social Shaping of Technology. In: Research Policy, no. 25, 1996, pp. 865-899.

Teil D

Paradoxie der rechtlichen Steuerungsfähigkeit

Das Neue regeln, bevor es Wirklichkeit geworden ist – Rechtliche Regelungen als Voraussetzung technischer Innovation

Drei Paradoxien sind für das Problem technischer Innovation besonders relevant (Lang, Sauer 1997, S. 17 ff.): Erstens sind Innovationsakteure auf gesellschaftliche Innovationsbedingungen angewiesen, die sie nicht selbst gewährleisten können und die sie durch ihr Innovationsverhalten sogar teilweise zerstören. Zweitens erfordern wissensbasierte Innovationen eine dekontextualisierte – von Anwendungskontexten freigestellte – Forschung und Entwicklung, können aber nur Erfolg haben, wenn eine Rekontextualisierung – eine Einbettung in soziale Verwendungskontexte – gelingt, die aber durch die Innovation weder antizipiert noch determiniert werden kann. Drittens können die sozialen und ökologischen Folgen von Innovationen nicht vollständig vorweg eingeschätzt werden; erst ihr Gebrauch und ihre Entwicklungsdynamik können hinreichend Auskunft über die Nutzungs- und Schadenspotentiale und damit über ihre Zukunftsfähigkeit geben. Dann aber kann es für negative Folgen schon zu spät sein.

Mit dem Deutlichwerden der drei Paradoxien technischer Innovation ändert sich die Aufgabe staatlicher Innovationspolitik. Sie muß versuchen, gesellschaftliche Formen des produktiven Umgangs mit den analysierten Paradoxien zu finden und den gesellschaftlichen Akteuren anzubieten. Als vielleicht wichtigstes Instrument, mit dem der Staat versucht, in seiner Innovationspolitik dieser Aufgabenverlagerung gerecht zu werden, kann das Technikrecht angesehen werden. Indem dieses aber auf die neue Aufgabe umgerüstet wird, gerät es selbst in Innovationsparadoxien. Diese These und die sich aus ihr ergebenden Aufgaben rechtswissenschaftlicher Technikforschung werden im folgenden am Beispiel der Informations- und Kommunikationstechniken untersucht.

1. Von der Folgen- zur Innovationsregulierung

Für lange Zeit konnten technische Innovationen rechtlich vor allem dadurch befördert werden, daß das Recht Freiräume schuf (Forschungsfreiheit), Garantien staatlicher Nichtintervention gab (Berufs- und Eigentumsfreiheit) und Innovationsrisiken verallgemeinerte (z.B. Herausnahme des Entwicklungsrisikos aus der Produkthaftung). Rechtliche Regelungen beschränkten sich weitgehend auf die nachträgliche Regulierung und Begrenzung von Technikfolgen. Diese Form der rechtlichen Technikförderung und Technikfolgenbegrenzung konnte der technischen Entwicklung nachfolgen. Für sie konnten Erfahrungen im Einsatz und im Umgang mit der Technik ausgewertet werden. Aus dieser Erfahrung heraus konnten die Risiken der jeweiligen Technik eingeschätzt und Sicherheitsanforderungen abgeleitet werden. Insgesamt konnte die Regulierung der Technik auf ihrer fachlichen und sozialen Bewertung aufsetzen und in Form von Generalklauseln sogar auf diese verweisen.

Dieser Entwicklungsmodus kehrt sich jedoch um. Zunehmend werden rechtliche Regelungen zu Voraussetzungen technischer Innovation. Recht muß Formen des produktiven Umgangs mit den Innovationsparadoxien finden, ohne auf gesellschaftliche Erfahrung und Bewertung zurückgreifen zu können. Dies soll an einigen Beispielen der Regulierung von Informations- und Kommunikationstechnik erläutert werden.

1.1 Regulierung gesellschaftlicher Innovationsvoraussetzungen

Rechtliche Regelungen sollen die gesellschaftlichen Voraussetzungen von Innovationen herstellen, auf die Innovatoren angewiesen sind, die sie aber selbst nicht herstellen können.

Oft setzt die Innovation einen ausreichend großen Markt voraus, der Markt kann aber erst aufgrund des Angebots der Innovation entstehen. Für viele Innovationen gibt es große kritische Massen: Erst die großen Zahlen bringen niedrige Preise und schaffen den Nutzen, der entsteht, wenn viele zugleich die Technik anwenden. Hier kann das Recht den Markt schaffen, sein Entstehen initiieren oder sein Fortbestehen sicherstellen (Marktbildung durch Administration). Ein Beispiel für die rechtlich erzwungene Techniknutzung ist die Patientenchipkarte. Indem alle in der gesetzlichen Krankenversicherung Versicherten Patientenchipkarten und

die Ärzte subventionierte Chipkartenleser erhielten, wurde die Innovation Chipkarte erheblich gefördert.

Oft setzt die Akzeptanz der Innovation bei Käufern, Nutzern, Betroffenen und der Öffentlichkeit vorherige Regelungen der prospektiven Technikfolgen voraus (Vertrauen in Unbekanntes). Beispielsweise sind moderne Informations- und Kommunikationssysteme für ihre Anwender nicht mehr intuitiv verständlich. Auch die persönliche Begegnung mit dem Kooperationspartner entfällt in der Regel. Unvertrautheit und Virtualität machen Vertrauen in Informations- und Kommunikationstechniken immer notwendiger und zugleich immer schwieriger. Als „riskante Vorleistung“ (Luhmann 1989, S. 23) benötigt Vertrauen zur Verringerung des Risikos Strukturen, Institutionen, Verfahren, Prozesse oder Personen, auf denen es aufgebaut werden kann (Kausch 1991, S. 5; Luhmann 1989, S. 34 ff.). Solche Grundlagen für Vertrauensbildung zu schaffen, ist zum Beispiel das Ziel des Teledienstedatenschutzgesetzes. Es versucht, durch Anforderungen an die Technik der Teledienste, an System- und Selbstdatenschutz, an Transparenz der Datenverarbeitung und Sicherungen der informationellen Selbstbestimmung sowie verschärften Kontrollmöglichkeiten „Vertrauensanker“ für einen ausreichenden Datenschutz zu schaffen (Roßnagel 1999b; Bäumler 1999). Hierdurch soll das Vertrauen geweckt werden, das die Nutzung des elektronischen Geschäftsverkehrs und der elektronischen Verwaltung erfordert.

In vielen Fällen setzt die Innovation eine rechtlich ermöglichte oder erzwungene Koordination verschiedener Akteure voraus (Regulierung der Deregulierung). Ein Beispiel ist etwa das Telekommunikationsgesetz. Es reguliert die Koordination verschiedener Anbieter und regelt Konflikte im voraus. Eine Telekommunikationsinfrastruktur in Deutschland, innerhalb derer private Telekommunikationsdienstleistungen von konkurrierenden Anbietern in Wettbewerb und Kooperation angeboten werden, war nur möglich, da zuvor z.B. geregelt war, welche Zugangsrechte zu welchen Bedingungen zur Infrastruktur bestehen, wie die Grundversorgung aller Bürger gesichert wird, wie die Preise wettbewerbsgerecht gestaltet werden können, wie die Interkonnektivität und Interoperabilität der Dienste gewährleistet oder wie die Telekommunikationsnummern verwaltet werden. Hierfür mußten Konflikte und Koordinationsprobleme noch ohne Kenntnis des Marktes und seiner Teilnehmer prognostiziert werden (Roßnagel 1997, S. 361 f.; Vesting 1998, S. 257 ff.).

1.2 Regulierung gesellschaftlicher Kontextualisierung

Recht soll helfen, die durch wissenschaftliche Dekontextualisierung entwickelte Technik für die gesellschaftliche Nutzung zu rekontextualisieren: Die Integration der Innovation in gesellschaftliche Strukturen und Abläufe setzt die vorherige rechtliche Einpassung der Technik in diese voraus.

Ein Beispiel hierfür ist die digitale Signatur. Soll sie in rechtsverbindlichen elektronischen Transaktionen zur Sicherung der Integrität der Willenserklärung und zur Authentifizierung des Erklärenden genutzt werden, setzt dies eine spezifische Sicherungsinfrastruktur voraus, die notwendige Sicherheitsdienstleistungen erbringt wie die Ausgabe der Schlüssel, die Identifizierung der Teilnehmer, die Zuordnung des öffentlichen Schlüssels zu einer bestimmten Person durch Zertifikat, das Führen eines online zugänglichen Verzeichnisses aller gültigen Zertifikate sowie das Unterhalten eines Sperrdienstes (Roßnagel 1999a, Rn. 19 ff.). Diese Sicherungsinfrastruktur muß aufgebaut und ihre Leistungen müssen am Markt angeboten werden, bevor digitale Signaturen genutzt werden können. Die Rahmenbedingungen hierfür mußte das Signaturgesetz bieten, ohne die Anbieter und die Nachfrage genau kennen zu können.

Umgekehrt ist die Innovation für die Investoren nur nach vorheriger rechtlicher Absicherung gegenüber den Risiken der gesellschaftlichen Rekontextualisierung akzeptabel (Externalisierung von Risiken). Ein Beispiel für die Befreiung oder Begrenzung von Risiken stellen § 5 Teledienstegesetz und Mediendienste-Staatsvertrag dar. Nach dieser Vorschrift sind sog. „Access-Provider“ für fremde Inhalte von Tele- oder Mediendiensten, zu denen sie lediglich den Zugang zur Nutzung vermitteln, nicht verantwortlich. Sogenannte „Service Provider“ sind für fremde Inhalte, die sie zur Nutzung bereithalten, nur dann verantwortlich, wenn sie von diesen Inhalten Kenntnis haben und es ihnen technisch möglich und zumutbar ist, deren Nutzung zu verhindern. Nur sog. „Content Provider“, die eigene Inhalte zur Nutzung bereithalten, sind für diese voll verantwortlich (Spindler 1999, Rn. 33 ff.; Ukrow 1999, Rn. 30 ff.).

1.3 Gewährleistung der Zukunftsfähigkeit

Recht soll die Zukunftsfähigkeit wirtschaftlicher Betätigung sichern, die durch Innovationen, die nur an betriebswirtschaftlichen Kriterien orientiert wären, gefährdet sein könnte. Dieses aus dem Bereich des Umwelt-

rechts bekannte Problem besteht auch im Innovationsbereich Informations- und Kommunikationstechniken. Auch hier werden zunehmend rechtliche Anforderungen und deren Überprüfungen eingesetzt, um langfristige soziale Folgen erkennen und vermeiden zu helfen. So dürfte die künftige Sicherheit des elektronischen Rechtsverkehrs von der Sicherheit seiner Basistechnologie – digitale Signaturen – abhängen. Diese werden mit asymmetrischen Kryptographieverfahren erzeugt und geprüft. Deren Sicherheit beruht darauf, daß es bei richtiger Wahl der Algorithmen und Schlüssellängen nicht möglich ist, den geheimen Schlüssel in praktisch sinnvollen Zeiträumen zu erraten, indem alle potentiellen Schlüssel durchprobiert werden. Sollten jedoch Abkürzungen von Rechenschritten oder schnellere Rechner erfunden werden, muß die Schlüssellänge entsprechend verlängert werden (Roßnagel 1999a, Rn. 27). Sollte dies nicht rechtzeitig erfolgen, könnten Millionen rechtsverbindlicher Willenserklärungen in ihrer rechtlichen Durchsetzungsfähigkeit behindert sein. Der elektronische Rechtsverkehr könnte zusammenbrechen. Um die Zukunftsfähigkeit von Signaturverfahren zu gewährleisten, sieht § 17 Signaturverordnung ein zentrales Monitoring vor. Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik hat danach jährlich die Eignung von Algorithmen und zugehörigen Parametern nach dem Stand von Wissenschaft und Technik unter Berücksichtigung internationaler Standards und unter Beteiligung von Experten aus Wirtschaft und Wissenschaft zu überprüfen und festzustellen. Der Zeitpunkt, bis zu dem die Verfahren als geeignet anzusehen sind, soll mindestens sechs Jahre nach dem Zeitpunkt der Bewertung und Veröffentlichung liegen (Roßnagel, Pordesch 1999, Rn. 33 ff.).

1.4 Recht als Vorbedingung technischer Innovation

Zusammenfassend kann festgehalten werden: Will das Recht Innovationen fördern, muß es in vielen Fällen der Entwicklung vorgegreifend künftige Innovationsvoraussetzungen sicherstellen. Recht als Vorbedingung und Wegbereiter für technische Innovationen – dies ist eine neue Funktion von Recht und bringt für das Recht selbst neue, noch ungelöste Probleme mit sich.

2. Paradoxien der Innovationsregulierung

Indem das Recht Formen für den Umgang mit Innovationsparadoxien bereitstellt, gerät es selbst in eine Innovationsparadoxie: In den genannten Fällen muß Recht das Neue regeln, bevor es Wirklichkeit geworden ist. Um das Neue regeln zu können, müßte das Rechtssystem dieses kennen. Um Regelungen treffen zu können, die eine Innovation ermöglichen sollen, sind Kenntnisse über die Innovation, Erfahrungen mit ihren Auswirkungen und Bewertungskriterien notwendig. Diese sind verlässlich aber erst zu erhalten, wenn die Innovation Wirklichkeit und Gegenstand sozialer Bewertungsprozesse geworden ist.

2.1 Fehlende Kenntnisse über Innovationsvoraussetzungen

Um Voraussetzungen von Innovationen regulieren zu können, benötigt der Gesetzgeber eigentlich Kenntnisse über konkrete Innovationen und deren Bedingungen. Obwohl ihm diese fehlen, muß er dennoch Regulierungsentscheidungen treffen. Als Beispiel hierfür kann wieder das Gesetz zur digitalen Signatur dienen. Vor seinem Erlass waren im wesentlichen nur der abstrakte Mechanismus von Signaturverfahren und die Funktionen der notwendigen Sicherungsinfrastruktur bekannt. Unbekannt dagegen waren die möglichen Anwendungskontexte und daher auch die Bedingungen des neu entstehenden Marktes für – letztlich internationale – Sicherheitsdienstleistungen. Daher wurde das Signaturgesetz nur als Angebot an die Wirtschaft ausgestaltet. Wer andere Signaturverfahren als die gesetzlich geregelten anbieten oder nutzen will, kann dies weiterhin ohne Einschränkung tun. Das Gesetz regelt nur ein bestimmtes Signaturverfahren mit besonders hohen Sicherheitsanforderungen und deren Vorabprüfung. Wer die Anforderungen erfüllt und die Prüfung besteht, wird mit der Sicherheitsvermutung des § 1 Abs. 1 Signaturgesetz „belohnt“ (Roßnagel 1999a, Rn. 5). Ob mit dieser rechtlichen Rahmensetzung das Bedürfnis der Wirtschaft und der privaten Nutzer getroffen wurde, ist noch nicht auszumachen. Gesetzliche Signaturverfahren stehen in harter Konkurrenz zu unregulierten Signaturverfahren internationaler Anbieter (Roßnagel 1999d). Ohne ausreichende Kenntnis der Innovationsbedingungen kann die Innovationsförderung, die die Regelung bezweckt, leicht gefährdet sein.

2.2 Fehlende Kenntnisse über Innovationsfolgen

Um Innovationsfolgen regulieren zu können, müßte der Gesetzgeber eigentlich Erfahrungen mit den Auswirkungen der Technik haben. Tatsächlich aber muß er deren Anwendung regeln, ohne auf belastbare Erfahrungen mit der Technik zurückgreifen zu können. Ein Beispiel hierfür ist das Teledienstedatenschutzgesetz mit seinen neuen Anforderungen des Selbst- und Systemdatenschutzes. So fordert dessen § 4 Abs. 1 von jedem Anbieter, dem Nutzer die Inanspruchnahme von Telediensten und ihre Bezahlung anonym oder unter Pseudonym zu ermöglichen, soweit dies technisch möglich und zumutbar ist. Für den elektronischen Rechtsverkehr kommt dem Konzept pseudonymen Handelns eine besondere Bedeutung zu, weil es den Zielkonflikt zwischen notwendiger Identifizierung des Geschäftspartners und dessen Wunsch nach Anonymität zu schließen vermag. Jeder, der dies möchte, kann sich nach § 7 Abs. 1 Signaturgesetz Signaturschlüssel auf andere als seinen eigenen Namen als Pseudonyme zertifizieren lassen. Indem der Nutzer in verschiedenen Kooperationen unterschiedliche Namen benutzt, kann er einerseits verhindern, mit jeder Teletransaktion Datenspuren zu hinterlassen, die zu ihm führen und die gegen seinen Willen gesammelt zu Profilen weiterverarbeitet und weitergeben werden können. Andererseits kann er über das Pseudonym identifiziert und zur Verantwortung gezogen werden, wenn er seine Vertragspflichten nicht erfüllt. Dieses Konzept ist in der Theorie überzeugend. Doch gab es zur Zeit der Verabschiedung des Teledienstedatenschutzgesetzes noch keine Erfahrung mit der Nutzung von Pseudonymen in unterschiedlichen Anwendungsfeldern. Beinahe zwei Jahre später ist festzustellen, daß das Konzept noch kaum umgesetzt worden ist. Dies liegt wohl auch daran, daß kein Aufdeckungsverfahren für Streitfälle vorgesehen worden ist und keinem Anbieter ohne verlässliche Aufdeckung der Identität des Nutzers im Streitfall Vorleistungen an einen pseudonymen Geschäftspartner zugemutet werden können. Das Beispiel zeigt: Ohne ausreichende Kenntnis der Innovationsfolgen sind die Umsetzung und Wirksamkeit einer Regelung leicht gefährdet.

2.3 Fehlende Kriterien für die Bewertung von Innovationen

Um Bewertungskriterien für den Technikeinsatz festlegen zu können, sind eigentlich soziale Bewertungsprozesse erforderlich, die der Regulierung vorausgehen müssen. Diese Bewertungsprozesse können aber nur auf so-

zialer Erfahrung im Umgang mit der Technik beruhen. Fehlt diese, weil die Technik noch nicht vorhanden ist, können auch keine sozialen Bewertungen erfolgen, auf die das Recht aufsetzen könnte. Beispiele hierfür bieten die Anforderungen an die Sicherheit von Zertifizierungsstellen und technischen Komponenten nach dem Signaturgesetz und der Signaturverordnung: Diese werden dort nur in allgemeiner Weise formuliert, da damals noch keiner die Sicherheitsrisiken aus eigener Erfahrung kannte. Einschätzungen von Risiken, die nur prognostiziert werden können, und von Sicherheitsmaßnahmen, deren Erforderlichkeit und Wirksamkeit nur geschätzt werden können, müssen notwendigerweise zwischen den unterschiedlichen Interessenträgern differieren. Daher sind selbst die abstrakten Sicherheitsanforderungen des Signaturgesetzes und der Signaturverordnung umstritten. In besonderem Maße gilt dies jedoch für die konkrete Festlegung der Prüfstufen für technische Komponenten in § 17 Abs. 1 Signaturverordnung. Ohne Erfahrung mit Risiken und Gegenmaßnahmen und einer darauf beruhenden gesellschaftlichen Bewertung ist die Akzeptanz der Regelungen leicht gefährdet.

2.4 Das Problem der Innovationsparadoxien im Recht

Zusammenfassend kann festgehalten werden, daß Recht zwar die Aufgabe hat, Bedingungen zu schaffen, unter denen Innovationen trotz ihrer Paradoxien realisiert werden können, daß ihm dafür aber weitgehend die Voraussetzungen fehlen. Ohne genaue Kenntnis der Innovationen und ihrer Realisierungsbedingungen ist es sehr schwierig, die notwendigen Rahmensetzungen für Innovationen zu treffen. Ohne ausreichende Kenntnis der Innovationsfolgen können leicht Regelungen getroffen werden, die zwar die Sozialverträglichkeit der Innovation sicherstellen sollen, aber nicht umgesetzt werden oder ihr Ziel verfehlen. Schließlich kann ohne Erfahrung mit Technikanwendungen und ohne darauf beruhende gesellschaftliche Bewertungen der Technik den gesetzlichen Wertungen die Akzeptanz versagt bleiben.

Die Folgen der Globalisierung von Innovationen verstärkt die Probleme im rechtlichen Umgang mit den Innovationsparadoxien zusätzlich. Denn Recht und Staat sind als Nationalrecht und Nationalstaat konzipiert. Je wichtiger für Innovationen die Steuerungsleistungen des Rechts werden, desto mehr verschwinden die regelungsbedürftigen Sachverhalte durch Globalisierung dem staatlichen Zugriff. Diese Tendenz wird noch ver-

stärkt, wenn durch globale Datennetze ein körperloser Sozialraum geschaffen wird, in dem die Staaten keine Souveränität und kein Monopol physischer Gewalt mehr geltend machen können (Roßnagel 1997a, S. 26 ff.). Ob die Staaten gegen diese Tendenz durch die Vereinbarung internationaler Rechtsregime eine taugliche Form des Umgangs mit den weltweiten Innovationsparadoxien finden können, wird sich zeigen müssen.

Die Rechtswissenschaft ist auf die Lösung dieser Paradoxien alles andere als bestens vorbereitet. Sie hat diese Probleme – bis auf wenige Ausnahmen (z.B. Hoffmann-Riem, Schneider 1998) – noch nicht als Aufgabe wahr- und schon gar nicht angenommen. Die Paradoxien zu bearbeiten und für diese Umgangsweisen zu finden, übersteigt auch die Grenzen der Rechtswissenschaft. Gefordert ist eine interdisziplinäre Bearbeitung dieser Fragen (Roßnagel 1993, S. 99 ff.; Hoffmann-Riem 1996, S. 8; Hoffmann-Riem, Schneider 1998, S. 402).

3. Forschungsfragen

In dieser Situation drängen sich für die rechtswissenschaftliche Beschäftigung mit Problemen zur technischen Innovation viele Forschungsfragen auf. Von diesen seien beispielhaft genannt:

3.1 Neubestimmung rechtlicher Regulierungsformen

Für die Paradoxien staatlicher Rechtspolitik muß nach Formen gesucht werden, mit ihnen produktiv umzugehen. Welche rechtlichen Regelungsansätze sind hierfür geeignet? Die Regulierungsformen, die sich hierfür anbieten, sind aber alle nicht frei von Widersprüchen.

In der politischen Diskussion populär ist derzeit die Forderung nach Deregulierung. Meist wird damit die Beseitigung von Rechtsvorschriften verstanden, die für Innovationen hinderlich sind. Ein gelungenes Beispiel ist der Freiraum für sonstige Verfahren der digitalen Signatur, den § 1 Abs. 2 Signaturgesetz bietet. Nicht gesetzeskonforme Signaturverfahren können danach ohne jede rechtliche Einschränkung entwickelt, angeboten und eingesetzt werden. Allerdings soll dieser Freiraum nach der europäischen Richtlinie für elektronische Signaturen (Europäische Kommission 1998)

eingeschränkt werden (Roßnagel 1998, S. 331 ff.; Roßnagel 1999c). Ein weniger geeignetes Beispiel ist die Forderung nach Beseitigung störender Formvorschriften für digitale Signaturen. Denn damit ist es selten getan. Wie das Beispiel der Neuregelung der Verordnung über den Zahlungsverkehr, die Buchführung und die Rechnungslegung in der Sozialversicherung und der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift über das Rechnungswesen in der Sozialversicherung (Bundesregierung 1998) zeigt, erfordert die Möglichkeit, die eigenhändige Unterschrift durch eine digitale Signatur zu ersetzen, weitergehende Regulierungen, die jeweils den Zweck der Formvorschrift für die Bedingungen elektronischer Dokumente sichern. Wie dieses und das Beispiel des Telekommunikationsrechts (Vesting 1998, S. 246 ff.) zeigen, besteht das Problem der Deregulierung darin, daß sie zu keiner Bearbeitung der Paradoxien führt, es sei denn durch zusätzliche Regulierung genau dieser Aspekte.

Ein zweiter Regulierungsansatz besteht in der Stärkung der Eigenverantwortung der Innovatoren durch Verfahren, Institutionen oder Haftungsregelungen. Ein Beispiel für Verfahren bietet das derzeit diskutierte Datenschutzaudit (Roßnagel 1997b, S. 505 ff.), wie es in § 17 Mediendienste-Staatsvertrag bereits programmatisch vorgesehen ist. Beispiele für unternehmensinterne Institutionalisierung sind der betriebliche Datenschutzbeauftragte und der Jugendschutzbeauftragte (Altenhain 1999). Dieser Regulierungsansatz verlagert die Erkenntnis- und Bewertungsprobleme zum Innovator. Er ermöglicht eine Entlastung des Staates und eine Stärkung der Selbstbestimmung. Er kann allerdings mit der notwendigen Sicherung von Allgemeininteressen kollidieren und verlangt daher zusätzliche Regelungen zur Gewährleistung der Auffangverantwortung des Staates (Hoffmann-Riem 1996, S. 23 f.).

Einen dritten Ansatzpunkt bieten Formen der Kontextsteuerung durch Regeln für die Selbstregulierung durch die Normadressaten (Hoffmann-Riem 1996, S. 7, 18 ff.). Beispiele im Bereich des Datenschutzes sind die niederländischen Regelungen zu „Codes of Conduct“ (Overkleeft-Verburg 1996, S. 41 ff.) und im Bereich des Jugendschutzes Organisationen der freiwilligen Selbstkontrolle nach § 7a des Gesetzes über die Verbreitung jugendgefährdender Schriften und Medieninhalte und § 8 Abs. 4 Mediendienste-Staatsvertrag (Altenhain 1999, § 7a GjS, Rn. 29 f., und § 8 MDStV, Rn. 18). Diese Form der Regulierung verspricht Dezentralisierung und Entbürokratisierung. Sie vermag aber nicht die Berücksichtigung von – vor allem langfristigen – Allgemeininteressen zu gewährlei-

sten. Sie vermag nicht sicherzustellen, daß die erforderlichen Kenntnisse, Erfahrungen und Bewertungen den Entscheidern vorliegen. Mangels Institutionalisierung der Entscheidungsträger fehlen hierfür die notwendigen Bedingungen. Auch bei dieser Regulierungsform werden Sicherungen zur Gewährleistung staatlicher Auffangverantwortung erforderlich sein.

Während die bisher genannten Regulierungsformen die Bearbeitung der Paradoxien den Regelungsadressaten überlassen, besteht eine Möglichkeit, das Instrumentarium des Gesetzgebers zu verbessern, darin, die Zeitdimension rechtlicher Regulierung durch Zeitgesetze und zeitlich befristete Zulassungsentscheidungen zu nutzen. Diese Regulierungsform ermöglicht, gesetzgeberische Lernerfolge durch nachträgliche Erkenntnisse oder Bewertungen ohne rechtliche Bindung an falsche Vorentscheidungen auch tatsächlich umzusetzen (Roßnagel 1992, S. 55 ff.; Hoffmann-Riem 1996, S. 29). Erprobungsgesetze könnten den Umgang mit den Paradoxien erleichtern, da sie nur schrittweise Antworten fordern (Hoffmann-Riem 1993, S. 55 ff.). Diese Regulierungsform widerspricht aber oft der für Innovatoren erforderlichen Rechtssicherheit.

Ein weiterer, mit dem vorherigen eng zusammenhängender Ansatzpunkt wäre, in den Prozeß der Regulierung organisierte Lernphasen einzubauen. Rechtlich organisiertes Lernen wird dabei durch inkrementelle Rechtsetzung und rekursive Schleifen zur Einbindung von Erfahrung ins Recht, durch Begleitforschung und wiederholte Technikfolgenabschätzung ermöglicht. Hilfreich könnten hier auch Simulationsstudien und andere Formen der organisierten Vorwegnahme von Erfahrung sein (provet/GMD 1994; Roßnagel u.a. 1999). Ein positives Beispiel für diesen Ansatz ist, daß der Bundestag das Informations- und Kommunikationsdienstegesetz als Gesetz mit „Experimentiercharakter“ angesehen und dessen Evaluierung innerhalb von zwei Jahren angeordnet hat (Deutscher Bundestag 1997; Neuser 1999a). Diese Regulierungsform ermöglicht, Innovationen auch ohne ausreichende Folgenkenntnisse zuzulassen und Erfahrungen im Umgang mit einer Innovation in die Gesetzgebung zu integrieren. Während der Evaluationszeit kann spezifisches Wissen zur Lösung von Regulierungsfragen generiert werden. Unter Umständen widerspricht diese Regulierungsform aber dem Grundsatzcharakter notwendiger Entscheidungen und der zeitlichen Dimension von Technikfolgen.

Diese Möglichkeiten, mit den genannten Paradoxien umzugehen, haben alle bestimmte Vorteile, rufen aber auch die dargestellten Widersprüche

hervor. Die Lösung wird nicht in der Verabsolutierung eines Lösungsansatzes, sondern in einer pragmatischen Mischung dieser Ansätze zu suchen sein. Für die Ermöglichung und Steuerung von – zukunfts-fähigen – Innovationen ist es eine wichtige Forschungsaufgabe, den Charakter der Paradoxien von Innovationen sowie die Möglichkeiten und Bedingungen, mit ihnen umzugehen, zu untersuchen.

3.2 Neubestimmung staatlicher Verantwortung

Die Globalisierung der Regelungsprobleme und die Beschränkung staatlicher Hoheitsgewalt auf das Territorium des Staates einerseits sowie die Körperlosigkeit, Flüchtigkeit und Nichtunterdrückbarkeit von Informationen andererseits zeigen Grenzen der Erfüllungsverantwortung des Staates. Er ist nicht mehr in der Lage, in vollem Umfang Gemeinwohlbelange durchzusetzen und seine Bürger zu schützen. Kann der Staat diese Aufgaben nicht mehr erfüllen, sind seine Souveränität und seine Basislegitimation in Frage gestellt. Können demokratische Entscheidungen nicht mehr durchgesetzt werden, ist die gesamte Konstruktion des demokratischen Rechtsstaats, der Gleichheit und Allgemeinheit der Gesetze gefährdet (Roßnagel 1997b, S. 26 ff.).

Angesichts der Ohnmachtserfahrungen des Staates eröffnet sich eine wichtige Forschungsperspektive durch die Frage: Wie kann der Staat von Überforderung befreit und seine Verantwortung für Innovationen auf ein realistisches und erfüllbares Maß begrenzt werden? Bieten Globalisierung und Immaterialisierung von Informationen die Chance zu einem neuen Verständnis der Staatsaufgaben? Kann die Erfüllungsverantwortung des Staates zu einer Strukturverantwortung (ebd.) oder Gewährleistungsverantwortung (Hoffmann-Riem 1996, S. 21 f.) verändert werden?

Bevor aber der Staat aus der Verantwortung für Gemeinwohlbelange und den Schutz seiner Bürger entlassen wird, muß die Frage untersucht werden, wo genau die Grenzen der Erfüllungsverantwortung für den Jugend-, Daten-, Verbraucher- oder Wettbewerbsschutz liegen. Die Verantwortung des Staates darf nicht überstrapaziert, aber auch nicht zu früh aufgegeben werden.

Soweit festzustellen ist, daß der Staat in bestimmten Bereichen keine Verantwortung mehr wahrnehmen kann oder wahrnehmen soll, stellen sich

Fragen nach einem äquivalenten Ersatz: Kann der Staat dort, wo er überfordert ist, den Schutz der Bürger und die Formulierung und Durchsetzung von Gemeinwohlbelangen gesellschaftlicher Selbstorganisation überlassen? Kann er seiner Schutzpflicht gerecht werden, indem er Strukturen schafft, die seine Bürger befähigen, ihre Interessen selbstbestimmt zu schützen? Wie kann er dafür einen sinnvollen Rahmen schaffen, welche Selbstschutzmittel freigeben und dabei die staatliche Friedens- und Ordnungsaufgabe wahren? Welche Infrastrukturvoraussetzungen sind für Selbstbestimmung und Selbstschutz erforderlich? Wie sind die Konturen der staatlichen Strukturverantwortung zu bestimmen?

3.3 Gewährleistung von Vertrauen durch Recht

Je intransparenter die Techniksysteme weltweiter Telekommunikation werden und je mehr soziale Kontakte im Rahmen elektronischer Geschäfts- und Verwaltungsprozesse auf diese Systeme übertragen werden sollen, desto wichtiger wird für das Gelingen von Innovationen das Vertrauen der Nutzer. Sie müssen darauf vertrauen können, daß die Techniksysteme verläßlich und sicher funktionieren, daß ihre Interessen und Rechte in elektronischen Kontakten gewahrt werden und daß sie sich in der neuen körperlosen Kultur wiederfinden können. Entscheidend für das Herausbilden dieses Vertrauens dürften nicht einzelne Problemlösungen sein, sondern vielmehr die überzeugende Fähigkeit und Bereitschaft, in der rasanten Entwicklung der Technik immer wieder neue Lösungen zu generieren. Entscheidend wird also die Frage werden: Wie kann Vertrauen in die Innovationsleistungen und in das Innovationsmanagement erzeugt werden? Welchen Beitrag kann hierfür rechtliche Regulierung bieten?

Kann Recht Vertrauen in elektronische Kontakte stärken, indem es Verantwortlichkeiten für das Handeln im körperlosen Sozialraum der Netze klarstellt und indem es sicherstellt, daß der Handelnde identifiziert und in der körperlichen Welt zur Verantwortung gezogen werden kann? Genügen hierfür die Verantwortungszuweisung und das Gebot der Anbieterkennzeichnung nach §§ 5 und 6 Teledienstegesetz und Mediendienste-Staatsvertrag? Sind spezifische Haftungsregelungen notwendig, wie die europäische Richtlinie für elektronische Signaturen sie vorsieht (Neuser 1999, S. 67 ff.), oder sind allgemeine Haftungsregelungen ausreichend, wie der Gesetzgeber für das Signaturgesetz angenommen hat (Timm 1997, S. 525 ff.).

Fördert Recht Vertrauen in Multimedienienste, indem es Vertrauensinstanzen schafft? Welche Aufgaben sollten solchen Instanzen übertragen werden? Wie kann deren Vertrauenswürdigkeit sichergestellt werden? Wieviel Verantwortung für die Vertrauensinfrastruktur muß der Staat übernehmen, inwieweit kann er die Vertrauensbildung der Marktkonkurrenz überlassen? Inwieweit hat das Signaturgesetz, das für Zertifizierungsstellen detaillierte Anforderungen aufstellt und diese in einem Genehmigungsverfahren vorab überprüfen läßt, den richtigen Weg gewählt, um das Vertrauen der Nutzer von Signaturverfahren zu gewinnen? Oder erscheint das System der europäischen Richtlinie für elektronische Signaturen vertrauenswürdiger, nach dem Zertifizierungsstellen ihre Dienste ungeprüft anbieten können und nachträglich einem Aufsichtssystem unterworfen werden, das die Einhaltung relativ allgemeiner Anforderungen überwacht (Roßnagel 1998, S. 331 ff.; Roßnagel 1999c)?

Kann Recht das Vertrauen der Nutzer gewinnen, wenn es Anforderungen an die Gestaltung der Techniksysteme und ihre technischen Komponenten aufstellt und ihre Einhaltung überprüft? Was technisch verhindert wird oder unterbunden werden kann, muß nicht mehr verboten werden. Gegen Verhaltensregeln kann verstoßen werden, gegen technische Begrenzungen eines Techniksystems nicht. Rechtsgemäße Technikgestaltung kann Kontroll- und Überwachungsaufwand, Bußgeld- und Strafverfahren überflüssig machen (Roßnagel 1999b, S. 252 ff.). Ist technischer Systemdatenschutz für die Nutzer vertrauenswürdig? Möchten sie sich mit Mitteln des Selbst Datenschutzes nach ihrer eigenen Risikoeinschätzung selbst schützen oder fühlen sie sich von dieser Aufgabe überfordert?

Wird Vertrauen dadurch erzeugt, daß der Nutzer weiß, die technischen Komponenten und Systeme sowie die Vertrauensinstanzen werden überprüft und überwacht? Muß der Staat hierfür eine eigene Kontrollinfrastruktur aufbauen oder kann er die Kontrolle privaten Kontrollinstanzen anvertrauen? Welche Eingriffsmöglichkeiten für die Kontrollinstanzen sind geeignet und adäquat? Genügt für die Generierung von Vertrauen in einen ausreichenden Datenschutz, daß sich ein Anbieter von Multimedieniensten einem Datenschutzaudit unterwirft (Königshofen 1999, S. 266 ff.; Roßnagel 1997b, S. 505 ff.)? Ist für das Vertrauen in die Sicherheit von Signaturverfahren eine Kontrollbehörde wie die Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post erforderlich oder hilfreich?

Wird Vertrauen in ungewohnte oder unvertraute Kommunikationsformen dadurch gestärkt, daß es unkomplizierte Formen der Durchsetzung

oder Korrektur von elektronisch begründeten Rechtsansprüchen gibt? Welchen Einfluß hat etwa eine unterschiedliche Beweiseignung signierter Dokumente aus verschiedenen Signaturverfahren auf deren Akzeptanz? Wird die Teilnahmebereitschaft eines Nutzers erhöht, wenn er weiß, daß er innerhalb einer bestimmten Frist problemlos von einem elektronisch abgeschlossenen Vertrag zurücktreten oder elektronische Überweisungen widerrufen kann? Welchen Einfluß auf die Vertrauensbildung haben Beweislast- und Haftungsregelungen für technische Unsicherheiten?

3.4 Innovationsparadoxien als Strukturierungshilfe

Zusammenfassend kann für die Innovationprobleme und ihre rechtliche Bewältigung festgehalten werden: Innovationen in Informations- und Kommunikationstechniken werfen viele neue Fragen rechtlicher Regulierung auf. Die identifizierten Paradoxien der Innovation sind ein guter Zugang zur Strukturierung dieser Fragen. Antworten müssen in interdisziplinärer Zusammenarbeit mit Wirtschafts- und Sozialwissenschaften gesucht werden.

Literatur

- Altenhain, K.: Kommentierung des Gesetzes über die Verbreitung jugendgefährdender Schriften und Medieninhalte und des § 8 Mediendienste-Staatsvertrag. In: A. Roßnagel (Hrsg.): Recht der Multimedia-Dienste, München 1999.
- Bäumler, H.: Das TDDSG aus der Sicht eines Datenschutzbeauftragten. In: Datenschutz und Datensicherheit, Heft 5, 1999 (im Erscheinen).
- Bundesregierung: Neuregelung der Verordnung über den Zahlungsverkehr, die Buchführung und die Rechnungslegung in der Sozialversicherung (SVRV) und der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift über das Rechnungswesen in der Sozialversicherung (SRVwV), Bundesrats-Drucksachen 998/98 und 1001/98.
- Bussman, W.; Klöti, U.; Knoepfel, P.: Einführung in die Politikevaluation, Basel 1997.
- Deutscher Bundestag: Entschließungsantrag der Fraktionen der CDU/CSU und FDP zu dem Gesetzentwurf der Bundesregierung zur Regelung der Rahmenbedingungen für Informations- und Kommunikationsdienste, Bundestags-Drucksache 13/7935 vom 11.6.1997.
- Europäische Kommission: Vorschlag für eine Richtlinie für gemeinsame Rahmenbedingungen für elektronische Signaturen, KOM(1998)297endgültig, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft, Nr. C 325/5 vom 23.10.1998.

- Hoffmann-Riem, W.: Experimentelle Gesetzgebung. In: B. Becker u.a. (Hrsg.): Festschrift für W. Thieme zum 70. Geburtstag, Tübingen 1993, S. 55-70.
- Hoffmann-Riem, W.: Innovationen durch Recht und im Recht. In: M. Schulte (Hrsg.): Technische Innovation und Recht – Antrieb oder Hemmnis? Heidelberg 1996, S. 3-32.
- Hoffmann-Riem, W.: Vorüberlegungen zur rechtswissenschaftlichen Innovationsforschung. In: W. Hoffmann-Riem; J.P. Schneider (Hrsg.): Rechtswissenschaftliche Innovationsforschung, Baden-Baden 1998, S. 11-28.
- Hoffmann-Riem, W.; Schneider, J.-P. (Hrsg.): Rechtswissenschaftliche Innovationsforschung – Grundlagen, Forschungsansätze, Gegenstandsbereiche, Baden-Baden 1998.
- Hoffmann-Riem, W.; Schneider, J.-P.: Zur Eigenständigkeit rechtswissenschaftlicher Innovationsforschung. In: W. Hoffmann-Riem; J.-P. Schneider (Hrsg.): Rechtswissenschaftliche Innovationsforschung, Baden-Baden 1998a, S. 389-412.
- Kausch, E.: Die gesellschaftlichen Funktionen des Rechts. In: D. Grimm (Hrsg.): Einführung in das Recht, Heidelberg 1991, S. 1.
- Königshofen, T.: Prinzipien und Leitlinien für ein Datenschutzaudit bei Multimedia. In: Datenschutz und Datensicherheit, Heft 5, 1999, S. 266-271.
- Lang, Ch.; Sauer, D. (Hrsg.): Paradoxien der Innovation, Mitteilungen Heft 19/1997, Verbund Sozialwissenschaftliche Technikforschung, München, November 1997.
- Luhmann, N.: Vertrauen – Ein Mechanismus der Reduktion sozialer Komplexität, 3. Aufl. Stuttgart 1989.
- Neuser, U.: Faule Kunden bei „Tante-Emma.com“ – Die europäische Vertrauenshaftung für elektronische Signaturen. In: Multimedia und Recht, Heft 2, 1999, S. 67-71.
- Neuser, U.: Evaluierung von Gesetzen. In: Datenschutz und Datensicherheit, Heft 5, 1999a.
- Overkleeft-Verburg, M.: Datenschutz zwischen Regulierung und Selbstregulation – Erfahrungen aus den Niederlanden. In: Alcatel SEL Stiftung (Hrsg.): Rechtliche Gestaltung der Informationstechnik, Stuttgart 1996, S. 41-46.
- provet/GMD (Projektgruppe verfassungsverträgliche Technikgestaltung; Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung): Die Simulationsstudie Rechtspflege – Eine neue Methode zur Technikgestaltung für Telekooperation, Berlin 1994.
- Roßnagel, A.: Die parlamentarische Verantwortung für den technischen Fortschritt. In: Zeitschrift für Rechtspolitik, Heft 2, 1992, S. 55-60.
- Roßnagel, A.: Rechtswissenschaftliche Technikfolgenforschung, Baden-Baden 1993.
- Roßnagel, A.: Rechtliche Regelungen als Voraussetzung für Technikgestaltung. In: G. Müller; A. Pfitzmann (Hrsg.): Mehrseitige Sicherheit in der Kommunikationstechnik, Bonn 1997, S. 361-381.

- Roßnagel, A.: Globale Datennetze – Ohnmacht des Staates – Selbstschutz der Bürger. Thesen zur Änderung der Staatsaufgaben in einer „civil information society“. In: Zeitschrift für Rechtspolitik, Heft 1, 1997a, S. 26-31.
- Roßnagel, A.: Datenschutzaudit. In: Datenschutz und Datensicherheit, Heft 9, 1997b, S. 505-510.
- Roßnagel, A.: Digitale Signaturen in Europa. In: Multimedia und Recht, Heft 7, 1998, S. 331-337.
- Roßnagel, A. (Hrsg.): Recht der Multimedia-Dienste – Kommentar zum Informations- und Kommunikationsdienste-Gesetz und zum Mediendienste-Staatsvertrag, München 1999.
- Roßnagel, A.: Einleitung ins Signaturgesetz. In: A. Roßnagel (Hrsg.): Recht der Multimedia-Dienste, München 1999a.
- Roßnagel, A.: Datenschutz in globalen Netzen – Das TDDSG – ein wichtiger erster Schritt. In: Datenschutz und Datensicherheit, Heft 5, 1999b, S. 252-257.
- Roßnagel, A.: Die Europäische Signatur-Richtlinie und Optionen ihrer Umsetzung. In: Multimedia und Recht, Heft 5, 1999c, S. 252-257.
- Roßnagel, A.: Digital Signatures and European Trends. In: G. Müller; K. Rannenberg (eds.): Multilateral Security in Communications, Bonn 1999d (im Erscheinen).
- Roßnagel, A.; Haux, R.; Herzog, W. (Hrsg.): Mobile und sichere Kommunikation im Gesundheitswesen, Braunschweig 1999.
- Roßnagel, A.; Pordes, U.: Kommentierung des § 17 Signaturverordnung. In: A. Roßnagel (Hrsg.): Recht der Multimedia-Dienste, München 1999.
- Spindler, G.: Kommentierung des § 5 Teledienstegesetz. In: A. Roßnagel (Hrsg.): Recht der Multimedia-Dienste, München 1999.
- Timm, B.: Signaturgesetz und Haftungsrecht. In: Datenschutz und Datensicherheit, 1997, S. 525-528.
- Ukrow, J.: Kommentierung des § 5 Mediendienste-Staatsvertrag. In: A. Roßnagel (Hrsg.): Recht der Multimedia-Dienste, München 1999.
- Vesting, T.: Innovationssteuerung im Telekommunikationsrecht. In: W. Hoffmann-Riem; J.-P. Schneider (Hrsg.): Rechtswissenschaftliche Innovationsforschung Baden-Baden 1998, S. 246-272.

Innovation, Risiko und Sicherheit

Paradoxien eines Rechts der technischen Innovation am Beispiel des Umweltschutzes

1. Dynamik der Innovation versus Statik des Schutzes

Bereits in der Verbindung von Innovation und Recht scheint eine unauf lösbare Paradoxie zu liegen, gilt doch die „Statik“ dem Recht als ebenso wesensimmanent wie die „Dynamik“ den Innovationen in Forschung und Entwicklung. Statik signalisiert dabei die Garantiefunktionen eines Rechts, das durch seinen verstetigten Modus der Verrechtlichung Rechtssicherheit und Rechtsgütersicherheit zu gewährleisten vermag. Andererseits erwarten viele vom Recht nicht nur Schutz vor den Risiken, sondern auch die Förderung von Innovationen. So ist denn folgerichtig das Atomgesetz programmatisch zum Diener zweier kontradiktorischer Herren gemacht worden. Nach § 1 Nr. 1 AtG dient es der Förderung der Erforschung, Entwicklung und Nutzung der Kernenergie zu friedlichen Zwecken, gleichzeitig soll es gem. § 1 Nr. 2 AtG Leben, Gesundheit und Sachgüter vor den Gefahren der Kernenergie schützen. Eine ähnlich widerspruchsträchtige Zwecksetzung wurde in § 1 GenTG dem Recht der Gentechnik vorgegeben.

Diese konfligierenden Belange können nur unter der Voraussetzung zu einem befriedigenden Ausgleich geführt werden, daß die Folgen dieser Technologien hinreichend abschätzbar sind. Besteht das Wesen von wissenschaftlichen und technischen Innovationen darin, daß ihre Folgen nicht hinreichend genau abschätzbar sind, so daß erst ihre Anwendung Auskunft über ihre Nutzen- und Risikopotentiale geben kann, erscheint das Recht, das die technischen Innovation sozial beherrschbar halten soll, auf eine Paradoxie gegründet.

1.1 Paradoxien als Herausforderung

Im Lexikon findet man den Begriff „Paradoxie“ zwischen „Paradigma“ und „Parafin“. Die erkenntnisleitende Fragestellung dieser Erörterung steht damit zwischen der Bezeichnung für ein prägendes Muster wissenschaftlicher Erkenntnis und einem Begriff, der in wörtlicher Übersetzung „Verwandtschaft mit zu wenig“ bedeutet. Ein Definitionsversuch der Paradoxie lautet: Aus scheinbar annehmbaren Prämissen wird durch einen offensichtlich konsistenten Gedankengang eine offenkundig unannehmbare Schlußfolgerung abgeleitet (Sainsbury 1993, S. 8). Darin liegt ein wesentlicher Unterschied zu Begriffen wie Gegensatz, Antagonismus oder Antinomie. Sie weisen auf sachlich konträre Belange hin, ohne die Logik selbst in Frage zu stellen. Schließlich läßt der Parallelbegriff des Widerspruches zumindest in der Denktradition der Dialektik in dem Arrangement von These, Antithese und Synthese eine produktive Auflösung nicht nur zu, sondern fordert sie geradezu.

Eine Paradoxie liegt etwa vor, wenn der berühmte Kreter behauptet, alle Kreter seien Lügner. Die Philosophiegeschichte berichtet, dieses Paradoxon habe den armen Philetas von Kos in den frühzeitigen Tod getrieben. Im Gegensatz zu einem Leben mit Widersprüchen und Gegensätzen erscheint ein Leben mit Paradoxien unannehmbar, weil ein Leben in Unwahrhaftigkeit als inakzeptabel betrachtet wird. Entsprechendes gilt auch für den Juristen. Er hat auf der inneren Konsistenz seines normativen Ordnungssystems zu bestehen. Die systemische Einheit und logische Widerspruchsfreiheit der Rechtsordnung ist mit der Existenz von Paradoxien schlecht zu vereinbaren. Mit sachlich gegensätzlichen Belangen zu operieren, gehört dagegen zum Tagesgeschäft des Juristen. Paradoxien sind also ernst zu nehmen. Sie thematisieren das Problem der Wahrheit und der Wahrhaftigkeit. Allerdings können Paradoxien auch Ansporn sein, denn sie fordern heraus, sie aufzulösen. Wer Paradoxien aufzulösen vermag, hat sich um die Wahrheit und die Konsistenz der Rechtsordnung verdient gemacht. Der modus operandi des Auflöserns von Paradoxien besteht darin, aufzuzeigen, daß entweder die Prämisse und der Gedankengang Schwächen zeigen oder die Schlußfolgerung gar nicht so unannehmbar ist, wie sie zunächst erschien (ebd.).

Paradoxien sind nicht nur eine Herausforderung für die Logik. Dies gilt insbesondere dann, wenn sie nicht nur ein Problem für das logische Denken formulieren, sondern ein Entscheidungsdilemma für das vernünftige

Handeln thematisieren. Paradoxien erweisen sich so im handlungspraktischen Kontext als Unentscheidbarkeiten. Das bekannteste Beispiel dafür ist das Gefangenen-Dilemma (Rapoport, Chammah 1965). Es verlangt nach Entscheidungsregeln, die sich an einer Vernunft-Pragmatik orientieren und damit den Weg aus einer dilemmatischen Entscheidungssituation weisen. Im weiteren Sinne können Paradoxien auch Zeichen für soziale Krisen und revolutionäre Brüche in den wissenschaftlichen Paradigmen sein (Sainsbury 1993, S. 7). Sie weisen also darauf hin, daß ein bisher allgemein anerkannter Erklärungsversuch angesichts neuer Erkenntnisse oder veränderter Herausforderungen zu wenig Konsistenz besitzt und beschwören daher einen Paradigmenwechsel. Wissenschaftliche Innovationen wie die Kopernikanische Wende schaffen eine neue Sicht der Dinge und lösen hergebrachte Erklärungsdilemmata auf. Paradoxien haben damit eine heuristische Funktion. Allerdings ist der Modus der Auflösung von Paradoxien durch Innovationen in doppelter Weise riskant. Die meisten Versuche, innovative Erklärungsansätze und technische Lösungen zu entwickeln, enden als fehlgeschlagene Experimente, und die Folgen von Innovationen können sich ebenfalls als höchst riskant erweisen.

1.2 Private Risiken und öffentliche Sicherheit

Damit stellt sich die Frage, auf welche Weise soziale Systeme mit riskanten Innovationen umgehen. Die Wissenschaft ist ein soziales Subsystem, das das Scheitern zwar nicht in jedem Fall individuell honoriert, aber doch als eine seiner systemischen Funktionsbedingungen akzeptiert. Das Risiko ist auch die implizite Prämisse einer auf Wettbewerb ausgerichteten Wirtschaft. Dabei zeigt sich eine wichtige Differenz. Die Wissenschaft kann aus fehlgeschlagenen Forschungsprojekten durchaus Gewinn schlagen. Auch sie vermitteln einen Erkenntnisgewinn. Der Markt sanktioniert erfolglose Innovationsversuche als Fehlallokation von Ressourcen und weist sie als Verluste aus. Aufgrund der engeren Koppelung von Scheitern und Sanktion ist die Innovationsleistung der Marktwirtschaft begrenzt. Eben deshalb ist für sie eine Forschungslandschaft nützlich, die nicht diesen strengen Bedingungen unterliegt. Die Wissenschaft kann andererseits die materiellen Voraussetzungen von Forschung und Entwicklung nicht aus sich selbst heraus sicherstellen. Das Budget ist daher ein zentraler Ort der strukturellen Koppelung der Wissenschaft an die Funktionsbereiche von Staat und Wirtschaft. Hier fokussieren sich folgerichtig die Steuerungsversuche von Politik und Wirtschaft.

Allerdings können auch in den Augen der Wissenschaft gelungene und auf dem Markt erfolgreiche Innovationen neue Probleme und Risiken erzeugen. Innovation als Option der Lösung von Paradoxien enthält damit die Paradoxie, daß operative Bedingung allgemein begrüßter Innovationen die Möglichkeit nichtintendierter Folgen ist. Innovationen, die diesen Namen verdienen, sind imperfekt, weil sie eine Kettenreaktion gesellschaftlicher Folgen freisetzen, die weder hinreichend prognostizierbar ist noch durch ihre wissenschaftlich-technischen und ökonomischen Innovationszentren selbst beherrscht werden kann. Die grundsätzliche Freistellung von einer allumfassenden Folgenverantwortung kennzeichnet den Prozeß der wissenschaftlichen Erkenntnis und wissenschaftlich-technischer Innovationen. Mit den Folgen ihrer Tätigkeit werden die Akteure nicht durch systemeigene Reflexionsketten, sondern über Rückkoppelungen mit externen Signalen und damit sowohl selektiv als auch vermittelt konfrontiert.

Es gehört zur Funktionslogik der Marktwirtschaft, daß sie ihren Akteuren alle intendierten Folgen als Gewinne zurechnet, die nichtintendierten Folgen aber nur zum Teil auf sie als Verluste verbucht. Der Markt sanktioniert den ökonomischen Mißerfolg von Innovationen, die sich als nicht marktfähig erweisen, rasch und hart, er gestattet jedoch auch räumliche, zeitliche und gegenständliche Externalisierungen negativer Effekte. Dies ist die Stunde, in der nach dem Staat gerufen wird. Er steht in der Pflicht, ein umfassenderes Spektrum der Folgenberücksichtigung als Referenzrahmen für technische Innovationen zu entwickeln, als es die spezifischen systemischen Entwicklungsbedingungen in Wissenschaft und Wirtschaft vorhalten.

Allerdings wird der Staat gleichzeitig auch politisch in die Pflicht genommen, die institutionellen Bedingungen dafür zu schaffen und pflegen, daß sich Innovationen in Wissenschaft und Wirtschaft überhaupt entfalten können. Hier zeigt sich eine entscheidende Differenz zu den Regulationsmechanismen des Marktes. Eine Funktionsprämisse des freien Wettbewerbs ist das Risiko. Der Staat steht dagegen unter dem Zwang, öffentliche Sicherheit mit Sicherheit garantieren zu müssen. Seit den Anfängen moderner Staatlichkeit prägt die Gewährleistungsfunktion für die öffentliche Sicherheit Ziele, Aufgaben und Handlungsmaximen der Polizei. Ihr Gewährleistungsgarant ist das Gewaltmonopol. Aus dieser Traditionslinie leitet sich auch das Recht der Technischen Sicherheit ab, das wiederum die Grundstrukturen des Umweltrechts und des Rechts der Gentechnik

geformt hat (Wolf 1986). Beide tragen trotz aller modernistischer Versuche die Insignien eines „adaptierten Polizeirechts“ (Luhmann 1986, S. 26).

2. Freisetzendes und eingrenzendes Recht

Das moderne Recht lebt mit der dichotomischen Konfiguration von privaten Risiken, die es als Privatrecht lizenziert, und öffentlicher Sicherheit, um die es sich als Öffentliches Recht gruppiert. Das Privatrecht setzt auf Privatautonomie. Es ist offen für die Entwicklung neuer Vertragstypen, die gesellschaftliche Veränderungen wie etwa die Just-in-time-Produktion, die Teleheimarbeit oder die fraktale Fabrik begleiten. Es respektiert mit der Vertragsfreiheit auch das individuelle Risiko, unvorteilhafte Verträge einzugehen und konzentriert sich im übrigen auf die Verteilung und Kanalisierung von Risiken zwischen den privatautonom handelnden Rechtssubjekten. Insoweit versucht es, die Externalisierung von negativen Effekten auf Dritte zu begrenzen. Die Verbindung von Innovation und Recht erweist sich daher nur als eine scheinbare Paradoxie. Die Gegenüberstellung der „Dynamik der Technik“ und der „Statik des Rechts“ verfehlt zunächst die Innovationsoffenheit und -fähigkeit eines Privatrechts, das gerade nicht bedingungslos von einem möglicherweise zählebigen politisch-administrativen Gesetzgebungsprozeß abhängt, sondern ganz wesentlich durch seine Akteure selbst dezentral gestaltet wird.

Die Dichotomisierung von Statik und Dynamik trifft jedoch auch für weite Bereiche des Öffentlichen Rechts nicht zu. Hier reflektiert die Rechtsordnung die konträren Zuweisungen von riskanten Innovationen und öffentlicher Sicherheit in den Funktionen des „eingrenzenden“ und des „freisetzenden“ Rechts (Winter 1988, S. 664). Das freisetzende Recht besitzt nota bene eine Normtypik, die Innovationen ermöglicht und Risiken des Scheiterns eben dieser Innovationen dadurch lizenziert, daß es sie in die private Verantwortung des Trägers der Innovationen verweist. Demgegenüber legt das eingrenzende Recht ein zweites Netz über die Externalisierung von Risiken. Es beschränkt sich nicht auf den nachträglichen Ausgleich eingetretener Schäden für die Individualrechtsgüter Dritter, sondern verlegt seine Interventionsschwellen vor. Es entwickelt Instrumente zur Prävention und nimmt den Schutz überindividueller Belange in sein Programm der Gefahrenabwehr auf. Auf diese Weise kann es in Anspruch nehmen, als ein universeller Sicherheitsgarant zu fungieren. Si-

cherheit kann so zur Essenz der staatlichen Rechtsordnung überhaupt stilisiert werden (Isensee 1983; Murswiek 1995).

In der Differenz von freisetzendem und eingreifendem Recht liegt allerdings keine Paradoxie, sondern die Problematik eines Zielsystems, das potentiell einander widersprechende Belange zu koordinieren und integrieren hat. So lassen sich Schutz- und Förderungszweck unter der Voraussetzung miteinander vereinbaren, daß das auf den präventiven Schutz von Rechtsgütern Dritter und die öffentlichen Kollektivgüter zielende eingreifende Recht als limitierende Rahmenbedingung des freisetzenden und fördernden Rechts verstanden wird. Soweit die Realisierung des Schutzzweckes sich jedoch als unvereinbar mit dem Förderungszweck erweist, droht das Postulat der Beherrschung von Innovationen zu scheitern.

2.1 Strukturen des freisetzenden Rechts

Das freisetzende Recht findet seinen basalen Bezug im sog. „rechtsstaatlichen Verteilungsprinzip“ (Schmitt 1993, S. 126). Danach wird bürgerliche Freiheit als prinzipiell prioritär und unbegrenzt gesetzt, während staatliche Intervention als prinzipiell begrenzt und rechtfertigungsbedürftig begriffen wird. Alles, was nicht durch Gesetz verboten ist, ist erlaubt. Restriktionen für Innovationen stehen danach unter dem Vorbehalt des Gesetzes. Die Grenzziehung und nicht die Freisetzung bedarf der Legislation. Gentechnische Anlagen durften danach auch errichtet werden, als es noch kein Gesetz zur Regelung der Gentechnik gab. Die gegenteilige Judikatur (VGH Kassel, JZ 1990, S. 87) ist insoweit zurecht kritisiert worden (Wahl, Masing 1990, S. 553 ff.). Der Forscher darf daher Frösche am lebendigen Leib sezieren und Fluorkohlenwasserstoffe in die Atmosphäre entweichen lassen, solange ihm das nicht eine gesetzliche Regelung untersagt. Daraus ergibt sich ein grundsätzlicher Primat des freisetzenden gegenüber dem eingrenzenden Recht.

Art. 5 und Art. 12 GG sind die positiv-rechtlichen Verfassungsgarantien für Innovationen. Sie setzen die Grundstrukturen für die Selbststeuerung von Wissenschaft und Technik durch systemeigene Maßstäbe und Kriterien. Für eine gesetzliche Schrankenziehung sind Art. 12 und Art. 5 GG unterschiedlich weit zugänglich. Ihre Schrankensystematik setzt dabei wiederum der Grenzziehung Grenzen. Die Berufsausübung läßt sich durch Gesetz einschränken, wenn dies einem vernünftigen Zweck dient und die Di-

mension des regelnden Eingriffs verhältnismäßig ist (BVerfGE 7, 377 <405>; 85, 248 <261>). Demgegenüber gehört die Wissenschaftsfreiheit zu den sog. schrankenlosen Grundrechten (BVerfGE 35, 79 <112>; 47, 327 <367>; 90, 1 <11>). Sie kennt keinen verfassungsgesetzlichen Vorbehalt für einen Eingriff.

Allerdings unterliegt auch sie sog. immanenten Schranken (BVerfGE 28, 243 <261>; 67, 213 <228>; 83, 139 <142>). Danach findet die Freiheit der Wissenschaft ihre Grenze in anderen Verfassungswerten (47, 327 <369>; 57, 70 <99>; 67, 213 <228>). Eine einschränkende gesetzliche Regelung ist danach daran zu messen, ob sie sich mit dem Schutz eines durch die Verfassung selbst ausgewiesenen Rechtsgutes rechtfertigen kann und die Freiheit der Forschung nicht unverhältnismäßig einschränkt. Dies hilft in unserem Falle der Atmosphäre, die gem. Art. 20 a GG als natürliche Lebensgrundlage auch gegenüber der Forschung zu schützen ist, aber nicht den Fröschen, da der Tierschutz nicht zu den Rechtsgütern zählt, die von Verfassungen wegen als immanente Schranke des Art. 5 GG fungieren können (Frankenberg 1994).

Damit ist ein zentrales Problem angedeutet. Der Staat kann in der Pflicht stehen, zum Schutze anderer Verfassungsgüter der Ausübung von Grundrechten Schranken zu ziehen. Die Staatszielbestimmung Umweltschutz (Art. 20 a GG) erlegt ihm ebenso Handlungspflichten auf wie die Schutzpflicht, sich schützend und fördernd vor die Grundrechte Leben und Gesundheit zu stellen (BVerfGE 49, 89 <142>; 56, 54 <73>; 77, 382 <402>). Wir stehen vor einer weiteren offenkundigen Paradoxie: Freisetzung bedarf der Grenzziehung. Die Paradoxie „Freiheit durch Eingriff“ löst sich allerdings auf, wenn man berücksichtigt, daß dem sozialen Regelungszusammenhang kein schlichtes zweipoliges Verhältnis zwischen individueller Freiheit und staatlicher Intervention zugrunde liegt, sondern multipolare Beziehungsgeflechte zwischen Forschern, Anwendern, Verbrauchern, betroffenen Anwohnern und schützenswerten Kollektivgütern gestaltet werden müssen. Risikosteuerung und das Bemühen um gesellschaftliche Akzeptanz finden nicht im bipolaren Raum zwischen Forschung und Staat statt. Eingreifendes Recht ist konfliktlösendes Recht (Trute 1998, S. 233). Es dient zumindest auch dazu, Freisetzung von Innovationen erst sozial zu ermöglichen. Insofern ist seine Wahrnehmung als Innovationshemmnis verkürzt (vgl. aber DFG 1996) und für die längerfristige Perspektive der Forschung geradezu kontraproduktiv.

In einer komplexen Gesellschaft ist jedoch ohnehin eine Verfassungsgarantie der Freisetzung von Innovationen im geschützten Kordon des status negativus der Grundrechte als Abwehrrechte nicht Freisetzung genug. Die vermeintliche Paradoxie der Freisetzung durch Regulierung verweist darauf, daß die Gewährleistung einer „laissez faire“-Innovation durch staatlichen Interventionsverzicht zu kurz greift. Der Staat ist ein maßgeblicher Akteur für wissenschaftliche und technische Innovationen. Er setzt entscheidende Rahmenbedingungen für Forschung und Entwicklung. Er richtet Universitäten und andere Forschungseinrichtungen ein, stattet sie mit personellen und sachlichen Mitteln aus, gewährt institutionelle Förderung für Forschungseinrichtungen, entwickelt Forschungsprogramme, definiert Forschungsschwerpunkte, fördert projektbezogene Forschungsfelder, vergibt im Wege seiner Ressortforschung Drittmittel, hilft der Industrie, Markteintrittsbarrieren zu überwinden, und fördert den Technologietransfer.

Gleichwohl beschränkt sich diese Steuerung auf eine angebotsorientierte Rahmensetzung. Steuerung durch Rahmensetzung respektiert die Kernautonomie der Forschungs- und Innovationsprozesse. Sie zielt auf die Strukturen der Innovationslandschaft und weniger auf die Ergebnisse der Innovationsprozesse. Die bevorzugten Medien der „Steuerung der Selbststeuerung“ sind hier Organisation und Geld (vgl. dazu Trute 1998, S. 216 ff.). Dieser Modus der Steuerung ist grundsätzlich gegenüber materiellen Zielen indifferent. Er enthält daher auch keine inhaltlichen Kriterien für Evaluation und Kontrolle. Programmentwicklung und Implementation der Forschung und Entwicklung bedürfen zusätzlicher Maßstäbe. Weil sie jedoch nicht aus dem Gerüst des freisetzenden Rechts zu gewinnen sind, sondern zwischen den Institutionen der Forschungsförderung und ihren Adressaten kommuniziert werden, bleibt dabei offen, wer wen steuert und die forschungspolitischen Prioritäten setzt.

Die Steuerung mittels Organisation und Finanzierung ist wiederum rechtlich verfaßt. Wenn auch Wissenschaft und Technik nicht durch imperatives Recht ergebnisorientiert gesteuert werden dürfen, werden sie so doch gleichzeitig durch die rechtliche Stabilisierung von Strukturen beeinflusst, die Innovationen befördern oder hemmen können (Trute 1998, S. 215). Auf sie beziehen sich die Versuche, Innovationsfähigkeit der Forschungslandschaft zu verbessern. Das Haushaltsrecht und inzwischen auch das Hochschulorganisationsrecht insgesamt sind Gegenstand vielfältiger Kritik geworden. Betrachtet man die rahmensetzende Steuerung unter dem

Aspekt ihres Grundrechtsbezuges, tritt die klassische Funktion der Grundrechte als Rechte zur Abwehr staatlicher Eingriffe in den Hintergrund. In dem Maße, wie die Freiheit der Wissenschaft als abhängig von infrastrukturellen Vorleistungen und finanziellen Gewährleistungen erkannt wird, transformiert sich der Grundrechtsschutz von der Eingriffsabwehr in die Problematik der Gewährleistung und der Teilhabe (BVerfGE 33, 303 <331>; 85, 36 <54>; 85, 360 <382>; 88, 129 <136>). Er ist damit weniger als inhaltliche Schranke für staatliche Eingriffe durch materiell-rechtliche Überlegungen zum status negativus als vielmehr institutionell und prozedural zu konzeptualisieren.

Die Notwendigkeit der Gestaltung eines freisetzenden Rechts durch aktives legislatorisches Handeln erweist sich auch in dem Befund, daß die Privatautonomie allein nicht im hinreichenden Maße den Weg für Rechtsinnovationen im privaten Rechtsverkehr freimachen kann, die technische und ökonomische Innovationen begleiten müssen. Das von den Akteuren frei vereinbarte Vertragsrecht gilt nur inter partes. Innovationen sind jedoch vielfältigen Begehrlichkeiten Dritter ausgesetzt. Sie wollen von ihnen profitieren, aber nicht für sie zahlen. Geht es etwa um die Definition von Verwertungsrechten an Software (vgl. dazu RL 91/250/EWG, ABl. Nr. L 290/18 v. 23.10.1991; Art. 52 Abs. 2 EPÜ; § 1 Abs. 2 u. 3 PtG), an den Möglichkeiten der Gentechnik (vgl. RL-Vorschlag zur Patentierung biotechnologischer Erfindungen vom 29.8.1997 KOM (97), S. 446, end.; zur „Krebsmaus“ EPA, GRUR Int. 1990, S. 978 ff.), an Informationen und an medialen Events (BVerfG, JZ 1998, S. 510), so hilft die Privatautonomie als Motor für Rechtsinnovationen nicht mehr. Ohne normative Strukturen gibt es Eigentum nur in der reduzierten Form der Sachherrschaft über körperliche Gegenstände. Der Schutz jeder Form geistigen Eigentums benötigt dagegen eine darüber hinausgehende gesetzliche Grundlage im Patent- und Urheberrecht. Dessen Grenzen wurden beim Schutz von Software offenkundig (Mellulis 1998). Die Patentfähigkeit der Gentechnik stellt ähnliche Herausforderungen (Rogge 1998). Desgleichen ist die Verwertung von Multimedia und der medialen Events in Sport und Infotainment (Schricker 1997; Reber 1998; Bechthold 1998) mit den Regelungen des Kunsturhebergesetzes nicht mehr zu gewährleisten.

Die Notwendigkeit der Innovationsbegleitung durch Rechtsgestaltung zeigt zum einen, daß das Bild eines Interventionsstaates eine Chimäre eines antiquierten und unterkomplexen Gesellschaftsmodells ist, sie weist zum anderen darauf, daß ubiquitäre Verrechtlichung der Lebens-

sachverhalte das Schicksal der modernen Gesellschaft ist, gerade weil diese auf dezentraler Organisation, Risikobereitschaft und Innovation beruht. Dies läßt sich zu der Erkenntnis erweitern, daß Freiheit in komplexen gesellschaftlichen Zusammenhängen eine normativ vorstrukturierte Freiheit ist, die mit einem naturrechtlichen Begriff individueller Freiheit als Nichtinterventionsraum für Staat und Gesellschaft nicht mehr auskommen kann. Dies bedeutet gleichzeitig, daß sich die Wirklichkeit politischer und rechtlicher Flankierung von Innovationen seit langem jenseits der einfachen Linie von Regulierung und Deregulierung bewegt.

2.2 Strukturen des eingrenzenden Rechts

Wenn das freisetzende Recht nicht deckungsgleich mit Regulationsverzicht ist, so läßt sich daraus im Umkehrschluß die These ableiten, daß das eingrenzende Recht nicht schlechthin mit staatlichen Regulationsdurchgriffen gleichgesetzt werden kann. Vielmehr zeigen gerade die risikoträchtigen Technologien, daß „staatliche Schutzpflichten nur durch das Zusammenspiel von staatlicher Steuerung und gesellschaftlicher Selbststeuerung erfüllt werden können“ (Trute 1998, S. 234). Ist das Wissen nicht nur Quelle von Risiken, sondern auch von Erkenntnissen über die Beherrschung von Risiken, kann das eingrenzende Recht nicht mehr auf den Operationsmodus des Gewaltmonopols gegründet werden. Anders als über das Gewaltmonopol verfügt der Staat nicht über die Steuerungsressource „Wissen“. Es muß es sich durch Wissenstransfer aus der Gesellschaft erschließen. Und dieser Wissenstransfer kann nicht mehr einseitig-hoheitlich organisiert werden, sondern ist nur noch kooperativ zu moderieren. Modernes eingrenzendes Recht ist daher nicht schlechthin mit einseitig-hoheitlich eingreifendem Recht gleichzusetzen. Das polizeirechtliche Leitbild erweist sich auch aus einem zweiten Grund als problematisch. Das in der Traditionslinie des Polizeirechts stehende eingrenzende Recht steht mit dem Begriff des Risikos konzeptionell auf Kriegsfuß. Es soll Sicherheit vor den negativen Folgen von Innovationen gewährleisten. Als verlängertes Polizeirecht darf es nicht das Risiko des Scheiterns seiner Sicherheitsgarantien konzeptionell miteinschließen. Es verlangt nach verlässlichen Grundorientierungen.

Dabei – auch dies scheint ein Paradoxon zu sein – impliziert eine hohe Wertigkeit in den normativen Prämissen nicht notwendigerweise eine hohe Steuerungswirkung. Normative Postulate wie die Staatszielbestimmung

Umweltschutz, das Prinzip der Nachhaltigkeit oder gar die Forderung nach einem Recht der Natur sind voraussetzungsreich und implementationsbedürftig. Auf diesem Weg können sie viel von dem ihnen unterlegten direktiven Gehalt verlieren. Wirkung erzielt man häufig durch ganz banale Instrumente: Erhöhung der Mineralölsteuer, Einführung der Rauchgasentschwefelung etc. Diese Paradoxie ist jedoch leicht auflösbar, wenn man zwischen Geltung und Wirkung einer Norm differenziert. Geltung operiert in den Sphären der inneren Konsistenz und Hierarchie von Normensystemen. Effektives Recht ist eine Art Sozialtechnologie. Es erweist sich nicht als Maxime fundamentaler Wertorientierungen, sondern als Kunstregel zum Ausgleich kollidierender Werte, operativer Instrumentierungen und prozeduraler Klugheit. Allerdings ist es gerade nicht beliebig instrumentierbar. Die juristische Laienschar der Bastler, die sich einem Instrumenten-Tuning verschrieben haben, ist daran zu erinnern, daß die Konsistenzbedürfnisse des Rechts als Wertesystem beachtet werden müssen. So dürfte etwa eine Ökosteuer in der steuerungstechnisch höchst plausiblen Version als Energieproduktionssteuer an der verfassungsrechtlichen Limitierung der Steuerarten in Art. 105 und 106 GG scheitern.

Konsistenzprobleme des eingrenzenden Rechts können jedoch auch grundsätzlicher Natur sein. So stellt sich die rechtstheoretische Frage, wie das Umweltrecht normativ-konzeptionell fundiert werden kann. Auch hier trifft man auf ein offenkundiges Paradoxon. Bereits Luhmann konstatierte: „Gerade dort, wo es um Natur geht, funktioniert das Naturrecht nicht“ (1986, S. 134). Das Naturrecht des 17. und 18. Jahrhunderts ist eine soziale Konstruktion, in der die Umwelt lediglich als nutzbare soziale Ressource, aber nicht als ökologisches Schutzgut vorkommt. Von daher scheint es nahezuliegen, ein originäres Recht der Natur zu postulieren (Leimbacher 1988; Bosselmann 1992). Solche Versuche sind jedoch zum Scheitern verurteilt, da die Natur nicht als autonomes, handlungsfähiges und verantwortliches Rechtssubjekt konzeptualisiert werden kann. Im Umweltrecht kann es nicht darum gehen, das Recht im Sinne eines Rechts der Natur zu naturalisieren, sondern die Natur als soziales Kollektivgut der Menschheit zu thematisieren (Wolf 1996). Auch die eben formulierte Paradoxie erweist sich also als auflösbar. Sie verwendet einen unbrauchbaren Begriff des Naturrechts. Die Schwierigkeiten beginnen dann aber sogleich mit der Konturierung des Begriffs des Kollektivgutes, das sich aus der binären Logik von Individualrechten des einzelnen und von Allgemeininteressen, deren Wahrnehmung traditionell zum Krongut des Staates gehört, lösen muß.

Paradoxien der normativen Orientierungen lassen sich auch im Konflikt der Erkenntnis von der immanenten Risikolast der Technik und dem normativen Postulat der Sicherheit aufzeigen. Ist Risiko jeder Technik notwendigerweise immanent, ist durch das Recht der Technischen Sicherheit Sicherheit vor technischen Risiken gerade nicht mit Sicherheit verbürgbar. Das Postulat der Sicherheit ist dabei keine unsinnige normative Prämisse. Sie ist ein angesichts des Schutzauftrages der Rechtsordnung für die Rechtsgüter Dritter höchst plausibles Postulat. Allerdings ist eine Realisierung ökologischer Sicherheit mit den Mitteln des Rechts und des staatlichen Gewaltmonopols nicht zu gewährleisten. Das Recht ist auf das Funktionieren des ihm unterlegten Systems der Technikkontrolle durch Technik angewiesen. Ihre Lücken infizieren notwendigerweise auch die Garantiefunktion des Rechts, das sich durch „adaptive Scharnierbegriffe“ (Ladeur 1979, S. 355) wie „Stand der Technik“ und „Stand von Wissenschaft und Technik“ auf Wissenschaft und Technik als vermeintliche Sicherheitsgaranten zu berufen pflegt. Es hat sich damit an einen Garanten gebunden, „der Sicherheit nicht einmal versprechen, geschweige denn einlösen kann“ (Preuß 1989, S. 12). Die kognitiven Lücken des Wissens sind dabei durch das Vertrauen auf die Evolution der Wissensbestände nicht zu schließen. Sie wird begleitet durch das Wissen um die „Explosion des Nichtwissens“ (Denninger 1992, S. 131). Das eingrenzende Recht muß daher unter der Bedingung von Ungewißheit operieren.

Dies gilt auch für den Grundsatz der Vorsorge (vgl. dazu Wahl, Appel 1995). Er wird häufig als präventionsstaatliche Erweiterung der Gefahrenabwehr verstanden. Dabei geht die entscheidende Differenz verloren. Gefahrenabwehr ist der Komplementärbegriff zur Sicherheit. Vorsorge ist der Komplementärbegriff zum Risiko. Die Gefahrenabwehr kann sich in ihrem historischen Bezugssystem mit dem Programm der Sicherheit synchronisieren, weil sie nur kausal kurzschließbare Bedingungs- und Wirkungsgefüge zwischen gefahrenbegründenden und schadensausfüllenden Verursachungszusammenhängen als Gefahr anerkennt und eben die Unsicherheiten und Ungewißheiten aus ihrem Interventionsraster systematisch ausblendet, die Risiken zu Risiken machen. Vorsorge verlegt die Sensibilität für schadensträchtige Bedingungs- und Wirkungszusammenhänge vor. Sie enthält damit andererseits ein infinitesimales Programm der Minimierung von Risiken, ohne den Ausschluß aller Risiken mit Sicherheit verbürgen zu können. Wird grundsätzlich jedes Verhalten zum Gegenstand ökologischer Besorgnis, wieder einmal könne sich vorgeblich Harmloses als gefährlich entpuppen, führt das Bemühen um die Optimierung

der Rechtsgütersicherheit zu einer unlimitierbaren Inanspruchnahme potentieller Risikoproduzenten und damit zu einer Erosion der Rechtssicherheit. Damit wird das Problem, wie sicher sicher genug ist, zur Quälfrage der Risikoversorge.

Die Umkehr der Beweislast, wonach neue Technologie ihre Unbedenklichkeit nachzuweisen hätte, führt nicht zu einer besseren Kontrolle, sondern zum Ausschluß dieser Technologie. Informationen über die Folgen und Folgefolgen von technischen Innovationen sind verlässlich erst zu erhalten, wenn diese Wirklichkeit geworden sind. Auch ein prinzipiales Moratorium für Innovationen hilft da nicht weiter. Es kann im voraus nicht abgeschätzt werden, welche Risiken höher sind: die Risiken der Realisierung einer Technologie oder die Risiken des Verzichts auf sie. Auch Sicherheit vor Innovationen ist riskant. Antipizierte Technologiefolgenabschätzung ist nur daher als graduelles Programm sinnvoll.

Eingrenzendes Recht ist daher funktionell darauf beschränkt, als akzessorisches „Nebenfolgenbegrenzungsrecht“ (Murswiek 1990, S. 210) zu fungieren. Dies konfliktiert mit der oben entwickelten Prämisse, daß das eingrenzende Recht dem freisetzenden Recht Schranken vorgeben soll. Hier ergibt sich in der Tat eine dilemmatische Konstellation. Als akzessorische Nebenfolgenbegrenzung verliert das eingrenzende Recht die erforderliche Autonomie, dem freisetzenden Recht eigenständige Schranken vorgeben zu können. Es ist in der Lage, erkannte Risiken zu kanalisieren, vermag aber weder Schutz vor nicht erkannten Risiken noch absolute Sicherheit vor erkannten Risiken zu gewährleisten. Daß alle nicht kontrollierbaren Risiken schlechthin als „sozial adäquate“ Last einer auf Innovationen verpflichteten Gesellschaft hinzunehmen sind, ist schwer vermittelbar.

Daher kann sich das eingrenzende Recht weder auf eine reine Ex-post-Regulierung unerwünschter Folgen von Innovationen beschränken (Trute 1998, S. 233) noch eine lückenlose Ex-ante-Kontrolle anstreben. Es muß den Prozeß der Innovation begleiten. Das eingrenzende Recht braucht dabei einen doppelten Paradigmenwechsel. Statt sich auf Sicherheit gründen zu können, muß es auf Risikokanalisation und -minimierung ausgerichtet werden. Daß das Recht der Risikogesellschaft selbst nicht ohne Risiken sein kann, ist dann keine Paradoxie mehr, sondern realisiert die Erkenntnis Max Webers, daß man aus einer Gesellschaft nicht aussteigen kann wie aus einem Fiaker (Weber 1973, S. 173). Andererseits darf es sich gerade deshalb auf eine Ergebniskontrolle und inhaltliche Steuerung

nicht mehr beschränken, weil es immer weniger voraussetzen kann, daß seine Konditionalprogramme alle sich in Zukunft stellenden Probleme gleichsam auf Vorrat soweit vorab entschieden haben, daß nur noch der jeweilige konkrete Sachverhalt unter den gesetzlichen Tatbestand subsumiert werden muß, um zu einer akzeptablen Lösung zu kommen. Das Eingeständnis der Unvollkommenheit vorabnormierter und damit statischer Entscheidungsregeln legt den Abschied vom Paradigma des sog. „Jahrhundertgesetzes“ nahe, das sich in einen Vollkommenheit anstrebenden Kanon inhalts- und ergebnisorientierter Normen manifestiert.

Das Gegenbild zu der tradierten Normtypik heißt Institutionalisierung von Lernfähigkeit (Ladeur 1995). Das Recht muß die Prozesse der Innovationen flankieren, Reflexionsionsschleifen institutionalisieren, Diskussionsprozesse über Chancen und Risiken frühzeitig anregen, um unerwünschte Folgen rechtzeitig zu antizipieren, zu kanalisieren und soweit möglich auszufiltern. Dazu gehört zunächst die Temporalisierung des Rechts. Es muß sowohl seine generellen Prämissen als auch die auf dieser Grundlage ergangenen Rechtsakte überprüfbar und damit auch korrigierbar halten. Damit ergibt sich ein Spannungsverhältnis zu den Grundsätzen der Rechtssicherheit und der Berechenbarkeit des Rechts. Dies läßt sich in dem Maße mindern, in dem die Rechtsetzung auf Zeit selbst durch gesetzliche Überprüfungsfristen rechtlich systematisiert und damit kalkulierbar wird.

Bereits daraus ist jedoch ersichtlich, daß sich die Institutionalisierung von Lernfähigkeit weniger auf die Lernfähigkeit *des* Rechts als auf die Lernfähigkeit *durch* Recht bezieht. Das Recht kann den Rahmen für gesellschaftliches Lernen beim Umgang mit Innovationen setzen, indem es die maßgeblichen Akteure einbindet. Wie das „freisetzende“ wird damit auch das „eingrenzende“ Recht zu einem kooperativen Recht. Es soll helfen, die endogenen Potentiale der Gesellschaft zur Reflexion über Risiken und andere nichtintendierte Folgen zu mobilisieren. Eine Option liegt dabei in der Internalisierung der Risikoproblematik. Modell für eine „regulierte Selbstregulation“ kann die Institutionalisierung von Prozessen der Selbstreflexion in Ethik-Kommissionen und anderen Organisationsformen der Selbstkontrolle sein. Die andere Option liegt in der Veränderung der staatlichen Entscheidungsstrukturen. Voraussetzung dafür sind sowohl partizipative Arrangements im Vorfeld der staatlichen Normsetzung und -implementation als auch die Förderung der Bedingungen, unter denen Wissen über die Folgen von Innovationen überhaupt erst entstehen

kann. Mit Technologiefolgenabschätzung, Risikoforschung oder Umweltverträglichkeitsprüfungen kann zwar weder der Anspruch einer lückenlosen Folgenbewertung noch einer Entlastung von politischen Entscheidungen über Risiken und Folgen realisiert werden, sie können jedoch einen Beitrag zur Problemerkennung leisten.

Konzepte für ein prozedurales Recht gibt es auf vielen Ebenen (vgl. dazu den Beitrag von Roßnagel in diesem Band, S. 193 ff.). Prozeduralisierung heißt Dynamisierung des Rechts. Sie erhöht und systematisiert die Selbstreflexivität des Normprogramms und setzt damit gleichzeitig auch die Professionalisierung ihrer Adressaten voraus. Zugleich verschränkt sich das einschränkende mit dem freisetzenden Recht. Bereits die Freisetzung stößt auf das Problem der Regulierung. Prozeduralisierung ist dabei jedoch keine Garantie für die Beherrschbarkeit des Innovationsprozesses. Auch prozedurales Recht ist risikoanfällig. Kooperatives Recht ist distanzarmes Recht. Kooperation kann in Kollaboration umschlagen. Verfahrenslösungen sind nicht dagegen gefeit, in „verfahrenen Verfahren“ zu enden. Auch prozedurale Klugheit steht am Ende vor dem Problem, inhaltliche Entscheidungsdirektiven suchen zu müssen. Diese kann sie immer weniger im Recht finden. Sie müssen als politische Festlegungen justiert werden.

3. Die Qual der Wahl

Umweltrecht als Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen basiert auf naturwissenschaftlichen Annahmen über ökologische Bedingungs- und Wirkungszusammenhänge. Diese sind einerseits mit Ungewißheit affiziert, stehen jedoch andererseits auf einem durchaus soliden naturwissenschaftlichen Fundament. In dem Maße, wie sich jedoch zeigt, daß Natur nicht mehr als „natürliche Natur“, sondern als anthropogen gestaltete Natur betrachtet werden muß, nimmt die Tragfähigkeit des naturwissenschaftlichen Wissens ab, ohne daß gleichzeitig soziales Wissen eine harte Unterlage dafür zur Verfügung stellen könnte, welche Natur wir wollen sollen. Dies betrifft z.B. die Qualität der Umweltmedien jenseits der Abwehr von Gefahren für die menschliche Gesundheit, den Anteil der Naturschutzgebiete an der Gesamtfläche, den Ausgleich von Eingriffen in Natur und Landschaft, die Renaturierung des Tagebaues von Braunkohle oder die Qualitätsziele der Sanierung von Altlasten. Wird Umweltschutz von ei-

nem statischen Bewahren auf ein aktives Gestalten und Entwickeln umprogrammiert, so zeigt sich darin einerseits die Berechtigung der Normierung der Grundlagen des Umweltschutzes in einer Staatszielbestimmung, andererseits offenbart sich auch das Dilemma von Rechtsnormen, die staatliches Handeln nicht mehr konditional limitieren können, sondern lediglich final programmieren vermögen. Sie enthalten dann Programmentwicklungsaufträge für Gesetzgebung und Verwaltung, die sich in einer Kaskade von Anschlußnormierungen erst konkretisieren müssen.

Hier zeigt sich dann im weiteren, daß auch die Gewißheit und die Konsistenz normativer Leitbegriffe schwinden. Wo liegen die Maßstäbe dafür, wie die Natur neu gestaltet werden soll? Gefordert sind hier zuallererst planerische Konzepte über die zukünftige Nutzung, in denen sich Leitbilder über eine nachhaltige Raumentwicklung konkretisieren. Wenn aber Planung ohne Gestaltungsspielräume ein Widerspruch in sich ist, bleibt sie notwendigerweise kontingent und kontrovers. Das Dilemma der Maßstäbe potenziert sich mit dem Siegeszug der Gen- und Biotechnologie. Ist eine genmanipulierte Pflanze, die in den Kreislauf der Natur gelangt ist, Bestandteil der Natur? Muß sie als Natur geschützt werden? Kann sie in die Rote Liste aufgenommen werden, weil sie doch – noch – so selten vorkommt? Was sind dann die Maßstäbe ihres Schutzes bzw. die Gründe ihrer Bekämpfung? Erst recht prekär wird Gentechnik am Menschen. Wer hat Eigentum an einer gentechnisch manipulierten Leber eines Spenders: der Spender, das gentechnische Labor, der Patient (Appel 1995)?

Auch hier können prozedurale Lösungen nur einen rationalen Weg aufzeigen, wie man zu Entscheidungen gelangen kann, sie können sie allerdings nicht rechtlich determinieren. Verrechtlicht bleiben die Ziele und Verfahren, demgegenüber erscheinen die konkreten Lösungen immer weniger durch Recht inhaltlich vorgegeben zu sein. Abwägungs- und Beurteilungsspielräume halten sie politisch-administrativ gestaltbar und im Hinblick auf schwerwiegende Fehler rechtlich kontrollierbar. Daß die Moderne alles in Entscheidungen verwandelt (Beck 1993, S. 196), gibt daher nur auf den ersten Blick Anlaß zur Hoffnung auf eine durch Entscheidungen rational gesteuerte Gestaltung der Zukunft. Soweit das Dunkelfeld der Entscheidungen durch Nicht-Entscheidungen überhaupt für wissenschaftlich-technische Innovationsfelder überwunden werden kann, stellt die Frage, wie ohne verlässliche Orientierungen entschieden werden soll, den Entscheider vor eine letzte – und schwerste – Paradoxie.

Literatur

- Appel, B.: Der menschliche Körper im Patentrecht, Köln u.a. 1995.
- Bechthold, St.: Multimedia und Urheberrecht. In: GRUR (Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht), 1998, S. 18-27.
- Beck, U.: Die Erfindung des Politischen, Frankfurt/M. 1993.
- Bosselmann, K.: Im Namen der Natur – Der Weg zum ökologischen Rechtsstaat, Bern/München/Wien 1992.
- Denninger, E.: Technologische Rationalität, ethische Verantwortung und post-modernes Recht. In: KritV, 1992, S. 123-139.
- DFG: Forschungsfreiheit – Ein Plädoyer für bessere Rahmenbedingungen der Forschung in Deutschland, Bonn 1996.
- Frankenberg, G.: Tierschutz oder Wissenschaftsfreiheit? In: KJ (Kritische Justiz), 1994, S. 421-438.
- Isensee, J.: Das Grundrecht auf Sicherheit – Zu den Schutzpflichten des freiheitlichen Verfassungsstaates, Berlin 1983.
- Ladeur, K.-H.: Vom Gesetzesvollzug zur strategischen Rechtsfortbildung. In: Leviathan, 1979, S. 339-357.
- Ladeur, K.-H.: Das Umweltrecht der Wissenschaftsgesellschaft, Berlin 1995.
- Leimbacher, J.: Die Rechte der Natur, Basel/Frankfurt 1988.
- Luhmann, N.: Ökologische Kommunikation, Opladen 1986.
- Mellulis, K.: Zur Patentfähigkeit von Programmen für Datenverarbeitungsanlagen. In: GRUR, 1998, S. 843-853.
- Murswiek, D.: Die Bewältigung der wissenschaftlichen und technischen Entwicklungen durch das Verwaltungsrecht. In: VVDStRL(48), 1990, S. 207-234.
- Murswiek, D.: Umweltschutz als Staatszweck, Bonn 1995.
- Preuß, U.K.: Sicherheit durch Recht – Rationalitätsgrenzen eines Konzepts. In: KritV, 1989, S. 3-26.
- Rapoport, A.; Chammah, A.M.: Prisoner's Dilemma, Ann Arbor 1965.
- Reber, N.: Digitale Verwertungstechnik – Neue Nutzungsarten: Hält das Urheberrecht der technischen Entwicklung stand? In: GRUR, 1998, S. 792-798.
- Rogge, R.: Patente auf genetische Informationen im Lichte der öffentlichen Ordnung und der guten Sitten. In: GRUR, 1998, S. 303-309.
- Sainsbury, R.M.: Paradoxien, Stuttgart 1993.
- Schmitt, C.: Verfassungslehre (1928), Berlin 1993.
- Schricker, G. (Hrsg.): Urheberrecht auf dem Weg zur Informationsgesellschaft, Baden-Baden 1997.
- Trute, H.-H.: Innovationssteuerung im Wissenschaftsrecht. In: W. Hoffmann-Riem; J.-P. Schneider (Hrsg.): Rechtswissenschaftliche Innovationsforschung – Grundlagen, Forschungsansätze, Gegenstandsbereiche, Baden-Baden 1998, S. 208-245.

- Wahl, R.; Masing, J.: Schutz durch Eingriff. In: JZ (Juristenzeitung), 1990, S. 553-563.
- Wahl, R.; Appel, I.: Prävention und Vorsorge, Bonn 1995.
- Weber, M.: Der Beruf zur Politik. In: M. Weber (Hrsg.): Soziologie – Universalgeschichtliche Analysen. Politik, Stuttgart 1973, S. 167-185.
- Winter, G.: Perspektiven des Umweltrechts, DVBl (Deutsches Verwaltungsblatt), 1988, S. 659-665.
- Wolf, R.: Der Stand der Technik – Geschichte, Strukturelemente und Funktion der Verrechtlichung technischer Risiken am Beispiel des Immissionsschutzes, Opladen 1986.
- Wolf, R.: Der ökologische Rechtsstaat als prozedurales Programm. In: A. Roßnagel; U. Neuser (Hrsg.): Reformperspektiven im Umweltrecht, Baden-Baden 1996, S. 57-95.

Zur Notwendigkeit rechtswissenschaftlicher Innovationsforschung

Allseits wird betont, die deutsche Gesellschaft und Staatlichkeit müßten offener für Innovationen sein. Das ist zunächst nur eine politische Forderung. Allerdings wird sie zum Gegenstand auch der Wissenschaft. So gibt es in vielen Wissenschaftsdisziplinen eine eigenständige Innovationsforschung – so in der Betriebswirtschaftslehre, der Organisationssoziologie, der Verwaltungswissenschaft und erst recht in den Technikwissenschaften (Hoffmann-Riem, Schneider 1998).

Innovationsprozesse sind allerdings zu komplex, als daß sie aus der Perspektive jeweils einer einzigen Wissenschaft angemessen analysiert werden könnten. Selbst sozialwissenschaftliche Innovationsforschung greift zu kurz, wenn sie nicht die bisher häufig vorrangig betriebswirtschaftliche Innovationsforschung durch Hinzuziehung soziologischer, sozialpsychologischer und organisationswissenschaftlicher Disziplinen ergänzt und dadurch deren Einseitigkeit überwindet. Die Gesellschaftsordnung demokratischer Rechtsstaaten ist aber auch durch Recht geprägt. Das Recht wirkt hemmend oder fördernd auf Innovationsprozesse ein. Innovationsforschung muß daher notwendig auch eine rechtswissenschaftliche Perspektive enthalten.

1. Zur notwendigen Neuorientierung der Rechtswissenschaft

Eine der Komplexität von Innovationsprozessen angemessene Rechtswissenschaft ist mehr und in manchem anderes als die traditionelle Rechtswissenschaft. Auf gar keinen Fall darf sie sich als eine nur geisteswissenschaftlich orientierte Disziplin verstehen, sich auf Rechtsinterpretation begrenzen oder die intradisziplinären Abschottungen innerhalb der Rechts-

wissenschaft (also etwa die häufige Einengung des Blicks nur auf Zivilrecht, Arbeitsrecht, Sozialrecht, Verwaltungsrecht o.ä.) verewigen. Moderne Rechtswissenschaft hat sich allerdings schon von solchen Einengungen befreit. Dennoch wäre die Aussage eine Übertreibung, daß die Rechtswissenschaft auf die Herausforderungen im Prozeß der Modernisierung und damit auch des Innovationsbedarfs moderner Gesellschaften hinreichend vorbereitet wäre.

Allerdings wäre es verfehlt, die Weiterentwicklung der Rechtswissenschaft vorrangig oder gar ausschließlich unter dem Innovationsaspekt voranzutreiben. Ziel muß es vielmehr sein, die Rechtswissenschaft so zu modernisieren, daß sie auch den Innovationsbedarfen Rechnung trägt, daneben aber selbstverständlich auch die vielen anderen Ziele und Orientierungen der Rechtsordnung angemessen berücksichtigen kann.

Wie sehr die Rechtswissenschaft vor schwer lösbaren Problemen im Innovationsbereich steht, ist unübersehbar, wenn das vom „Verbund Sozialwissenschaftliche Technikforschung“ erarbeitete Programm zur Abarbeitung von „Paradoxien der Innovation“ (Lang, Sauer 1997, S. 11 ff.) als eine angemessene Problembeschreibung genommen wird – wie ich es tue. Hier wird nicht nur betont, daß eine (in dem Programm allerdings auf die Technikforschung konzentrierte) Innovationsforschung verschiedene sozialwissenschaftliche Disziplinen umfassen muß (ebd., S. 15), sondern vor allem, daß der Erfolg von Innovationen von einer Vielzahl sozialer und institutioneller Faktoren abhängig ist, die in mehrdimensionalen Funktionsräumen wirken und in ihrer Vernetzung analytisch schwer erfaßbar sind (ebd., S. 14 ff.). Mit gutem Grund werden das Recht und die darauf bezogene staatliche Politik als ein Querschnittsproblem verstanden, das auf die Zukunftsfähigkeit von Prozessen und Ergebnissen abgestimmt werden muß und dessen Abarbeitung ein spezifisches institutionelles Gefüge benötigt, das auf Regulation und Selbstregulation in Innovationsnetzwerken zielt (ebd., S. 26 ff.). Ebenfalls wird mit gutem Grund auf Schwierigkeiten eines gesellschaftlichen (also auch rechtlichen) Innovationsmanagements verwiesen, die in dem zitierten Programm auf Paradoxien zurückgeführt werden, also auf den Umstand, daß die operativen Bedingungen der Möglichkeit zugleich operative Bedingungen ihrer Unmöglichkeit implizieren (ebd., S. 14). Speziell für das Recht und seine Bezugnahme auf Rechtssicherheit und damit Erwartungssicherheit wird auf den Umstand verwiesen, „daß angesichts der Unabsehbarkeit der Funktionsbedingungen und Folgen (neuer Techniken) keine Klarheit über die Re-

gulationstatbestände herrschen kann“ (ebd., S. 20). Das Recht muß das Neue regeln, bevor es Wirklichkeit geworden ist (ebd., S. 23), und kann sich daher nicht darauf begrenzen, auf Erfahrungen aufzubauen, den Status quo rechtlich zu fixieren und anschließend Besitzstände als subjektive Rechte zu schützen. Vielmehr muß Recht (wie auch jeder der anderen die Innovationsprozesse bestimmenden Faktoren) möglichst auf die Rekursivität von Innovationsprozessen abgestimmt sein und vor allem in angemessener Weise mit Unsicherheit, Unvorhersehbarkeit und Unplanbarkeit umgehen (ebd., S. 25).

Solche Aussagen verdeutlichen, daß das Recht und eine darauf bezogene Rechtswissenschaft sich auf das Zusammenspiel des Rechts mit anderen sozialen und institutionellen Faktoren der Innovationsentwicklung einlassen, deren wechselseitige funktionale Austauschbarkeit einkalkulieren und vor allem Folgen und Folgesfolgen mit in den Blick nehmen müssen. Dynamische Kausalitäten, verschlungene, jedenfalls nicht leicht nachvollziehbare Wirkungspfade, Kaskaden mit unterschiedlichen Wirkungsschichten und Netzwerke mit vielen Akteuren sind analytisch, begrifflich und regulativ zu erfassen oder doch zumindest einzukalkulieren. Dies gilt auch für die erwähnten Paradoxien, der sich die Rechtswissenschaft nicht mit der Fiktion konsistenter Regelungszusammenhänge entziehen kann. Vielmehr gilt es, im Recht auch Paradoxien handhabbar zu machen, ja konstruktiv zu nutzen. „Paradoxien als Chance“ muß insoweit die Devise lauten.

Damit aber ist unübersehbar, daß die im Recht vielfach immer noch favorisierte Steuerung über Konditionalprogramme, also Wenn-Dann-Sätze, nicht mehr funktionieren kann. Die von Niklas Luhmann in seinen früheren Schriften (1972, S. 227 ff.) betonte besondere Tauglichkeit der Konditionalprogramme und damit verbunden die Entlastung von Verantwortlichkeit für die Folgen einer Entscheidung (letztlich also die Empfehlung, das Recht nicht durch Verantwortung für komplexe Folgen und Folgesfolgen zu überfrachten) können angesichts der aktuellen Regulierungsprobleme und -schwierigkeiten nicht länger Orientierungshilfe sein. Nicht von ungefähr konzentrieren sich gegenwärtig viele Regeln auf Zielvorgaben, zum Teil auch nur auf die Beschreibung von Aufgaben, ggf. von Konzepten und Programmen. Selbst dort, wo das Recht – auch bei der Benutzung sog. unbestimmter Rechtsbegriffe (Jesch 1957; Schmidt 1975; Koch 1979; 1989) – unterstellt (fingiert), es gäbe einzig richtige Entscheidungen, können bei genauerer Analyse häufig Korridore möglichen Ent-

scheidens ausgemacht werden, die zwar nicht beliebig breit sind, aber doch häufig unterschiedliche Optionen rechtmäßigen Handelns ermöglichen – etwa bei der Nutzung wertungsoffener Begriffe. Entsprechendes gilt erst recht bei der Anwendung von Abwägungsermächtigungen oder der Erfüllung von Gestaltungsaufträgen.

Wenn im Bereich der Innovationsforschung betont wird, daß eine zukunftsorientierte Innovationspolitik in einem sozialen Prozeß „Innovationskorridore definieren“ sollte (Lang, Sauer 1997, S. 14), dann müßten die an diesem sozialen Prozeß beteiligte Rechtsordnung und deren Träger dafür sorgen, den Innovationskorridor auch rechtlich zugänglich und übersichtlich zu halten. Einsichten darüber aber lassen sich mit der traditionellen juristischen Methode nicht gewinnen, soweit sie in erster Linie auf Subsumtionsrichtigkeit bei der Anwendung von bestimmten Sachverhalten auf Rechtsnormen achtet (Larenz, Canaris 1995; Zippelius 1994). Es wäre andererseits verfehlt, wenn die Rechtswissenschaft versuchen würde, als Ersatz andere „genuin-juristische“ Methoden zur Problemanalyse und -bewältigung zu entwickeln. Erfolgversprechender und deshalb vorzugswürdig ist es, in trans- und ggf. interdisziplinärer Weise auch das Methodenarsenal und den Erfahrungsschatz anderer Wissenschaften, insbesondere der Ökonomie und Sozialwissenschaft, zu nutzen, dabei allerdings den spezifischen normativen Bezug des Rechts zu wahren. Insofern wird es unvermeidbar sein, den normativen Verwendungszusammenhang bei dem Zugriff auf die Befunde anderer Wissenschaftsdisziplinen zu berücksichtigen (Hoffmann-Riem 1999).

Eine moderne Rechtswissenschaft muß jedenfalls die Kommunikation mit anderen Wissenschaften, übrigens auch den Technikwissenschaften, suchen. Dementsprechend muß sie bereit sein, die trans- und interdisziplinäre Kommunikationsfähigkeit herzustellen. Als hinderlich erweisen sich insoweit schon die intradisziplinären Abschottungen innerhalb der Rechtswissenschaft, d.h. die hochgezüchtete interne disziplinäre Arbeitsteiligkeit. Nicht nur die insoweit vorprägende Teilung zwischen öffentlichem und Privatrecht erweist sich als hinderlich; mindestens ebenso blickverengend wirken die disziplinären Spezialisierungen auf bestimmte Rechtsgebiete (etwa Sozialrecht, Umweltrecht, Steuerrecht, Medienrecht u.ä.), wenn dabei nicht das wechselseitig Verbindende berücksichtigt und versucht wird, allgemeine Strukturprinzipien zu erkennen und zu bestärken. Die weltweiten Entwicklungen, ganz besonders die Harmonisierungsbestrebungen der Europäischen Gemeinschaften, weisen ohnehin in Rich-

tung einer notwendig stärker ganzheitlichen Betrachtung von Rechtsproblemen (Schmidt-Aßmann, Hoffmann-Riem 1999).

Will die Rechtswissenschaft den Erfahrungsschatz anderer Wissenschaftsdisziplinen nutzen, müssen die Rechtswissenschaftler bereit sein, transdisziplinär zu beobachten, zu lernen und zu interagieren. Sollen die so erschlossenen Wissensbestände oder gar Erkenntnisinteressen und Methoden im Rahmen des normativ Vertretbaren nutzbar gemacht werden, wird es auch erforderlich werden, in interdisziplinärer Weise vorzugehen, etwa wenn es darum geht, den Realbereich von Normen zu erfassen, die empirischen und normativen Prämissen bestimmter Regelungen herauszuarbeiten und im Wandel der sozialen, politischen, ökonomischen oder kulturellen Rahmenbedingungen zu analysieren. Dies wird unweigerlich dazu führen, mit einem gegenüber der traditionellen Rechtswissenschaft komplexeren, ansatzweise „ganzheitlichen“ Verständnis vorzugehen und eine Methode der Interpretation und Anwendung der Rechtsnormen sowie der Gestaltung neuer Rechtsnormen zu entwickeln, die Anschlußfähigkeit zu anderen Disziplinen ermöglicht.

Dies entspricht dem alten Programm einer interdisziplinären Öffnung der Rechtswissenschaft (Grimm 1976; Hassemer 1978; 1984; Hoffmann-Riem 1977; 1981; Horn 1977; Dilcher 1978; Walz 1983), ohne daß damit gesagt ist, rechtswissenschaftliche Innovationsforschung ziele nur auf eine Umformung dieses älteren Programms. Die These lautet lediglich, daß eine entsprechende Umorientierung der Rechtswissenschaft es erleichtert, auch die rechtswissenschaftliche Innovationsforschung – aber keineswegs nur sie – in eine so verstandene Rechtswissenschaft einzubauen und damit einen problematischen Sonderweg zu vermeiden. Allerdings ist eine interdisziplinär geöffnete Rechtswissenschaft bisher nicht herrschend geworden. Immerhin haben aber auch traditionell vorgehende Rechtswissenschaftler in ihrer Terminologie und zum Teil auch in der Breite des Blicks auf den Realbereich von Normen Versatzstücke sozialwissenschaftlicher Forschung aufgegriffen und auf diese Weise mit dazu beigetragen, daß auch sozialwissenschaftliche Einsichten in dem rechtswissenschaftlichen Bestand sedimentiert wurden (vgl. Hoffmann-Riem 1990, S. 88 ff.; Beck, Bonß 1989; Lau, Beck 1989; Wingens 1988).

Eine Rechtswissenschaft, die Innovationsprozesse aus rechtlicher Perspektive begleitet und dabei Anschluß an den Kenntnisstand der sonstigen Innovationsforschung gewinnen will, muß jedenfalls trans- und interdisziplinär kommunikationsfähig sein. Dies gilt um so mehr, als sie sich

nicht nur in abwehrender Weise mit negativen Folgeproblemen möglicher Innovationen befaßt, sondern sich in die Aufgabe proaktiver Innovationssteuerung einschaltet (Hoffmann-Riem, Schneider 1998).

2. Innovationserhebliches Recht als Gegenstand einer eigenen Unterdisziplin der Rechtswissenschaft

Wird die intradisziplinäre Arbeitsteiligkeit der Rechtswissenschaft als Problem gesehen, scheint es ein Widerspruch in sich zu sein, für eine rechtswissenschaftliche Innovationsforschung innerhalb der Rechtswissenschaft zu plädieren. Wenn dies hier geschehen soll, dann nicht im Sinne einer disziplinären Abschottung, sondern gerade mit Blick auf die Notwendigkeit einer die verschiedenen Disziplinen übergreifenden (insoweit ganzheitlichen) rechtswissenschaftlichen Vorgehensweise. Die rechtswissenschaftliche Innovationsforschung soll sich ja nicht durch ihre Methode von der sonstigen Rechtswissenschaft unterscheiden. Vielmehr wird lediglich betont, daß sie einen spezifischen Blick auf solches Recht richtet, das für Innovationen erheblich ist, etwa dadurch, daß es Innovationsprozesse befördert, hemmt oder in ihrer Richtung beeinflusst. Rechtswissenschaftliche Innovationsforschung befaßt sich mit innovationserheblichem Recht und analysiert insbesondere die rechtliche Steuerung von Innovationen. Ihr Gegenstand ist ein Recht, das insbesondere die Wechselwirkung des Mediums Recht mit anderen, insbesondere technischen, wirtschaftlichen oder sozialen Faktoren der Innovationssteuerung thematisiert und den Innovationsprozeß in einer spezifischen normativen Blickrichtung begleitet. Dabei markiert das Recht mehr als nur eine Grenze von Innovationsprozessen und -ergebnissen, sondern kann auch die Richtung, das Tempo oder sonstwie die Qualität der Innovationsprozesse einschließlich ihrer Rekursivität beeinflussen.

3. Rechtswissenschaftliche Innovationsforschung im Kontext einer Normwissenschaft

Im Unterschied zur Ausrichtung der Innovationsforschung in manchen anderen Disziplinen ist die normative Komponente für die rechtswissenschaftliche Innovationsforschung bei der Bestimmung des Erkenntnisin-

teresses vorgegeben. Der Rechtsordnung lassen sich nämlich Anhaltspunkte dafür entnehmen, was eine (rechtlich) erwünschte, aus der Sicht des Rechts akzeptable Neuerung ist, wieweit das Recht neutral bzw. ambivalent ist oder wieweit Ziele oder Rahmenbedingungen der Innovation als (rechtlich) unerwünscht auszuschließen sind. Rechtswissenschaftliche Innovationsforschung befaßt sich daher mit der Analyse rechtlich geprägter Innovationsprobleme und der Entwicklung von Regeln zum Umgang mit ihnen in dem Sinne, daß auf rechtlich akzeptable Innovationen und darauf gerichtete Innovationsprozesse sowie die Vermeidung rechtlich unerwünschter (Neben-)Wirkungen von Innovationen zu achten ist.

Damit ergibt sich eine Verbindungslinie zu dem in der Sozialwissenschaft häufig betonten normativen Konzept der „Gesellschaftsverträglichkeit“ von Innovationen (Simonis 1999). Dieser Begriff mag vielfach weiter oder stärker ausdifferenziert sein als der rechtlicher Akzeptabilität. Die sozialwissenschaftliche Innovationsforschung wäre aber gut beraten, die von ihr bearbeitete Gesellschaftsverträglichkeit in den rechtsnormativen Kontext zu ordnen, d.h., rechtlich unakzeptable Neuerungen nicht als gesellschaftsverträgliche zu definieren oder zumindest in einem solchen Fall auf die Notwendigkeit einer Änderung der rechtlichen Rahmenbedingungen zu verweisen.

Zur Gesellschaftsverträglichkeit von Innovationen gehört dann nicht nur die Vermeidung unerwünschter Innovationsfolgen und -folgesfolgen, sondern auch die Vorsorge dafür, daß in dem sozialen und institutionellen Gefüge, das den Verlauf und Erfolg von Innovationsprozessen beeinflusst, rechtlich relevante Vorgaben beachtet werden. Nur beispielhaft sei auf das Problem der Abwehr einseitigen Machtgebrauchs oder gar -mißbrauchs verwiesen, das Recht zu bewältigen trachtet. Ein Innovationsprozeß wäre nicht gesellschaftsverträglich, wenn solche Schutzvorkehrungen oder entsprechende Spielregeln mißachtet würden, selbst wenn das erzielte Innovationsergebnis als solches nicht gegen Normen verstieße. Gerade das Prozeßhafte von Innovationen, darunter auch die immer wieder betonte Rekursivität, fordert die Beachtung eines normativen Rahmens im Prozeß selbst.

Dies gilt auch für die Erarbeitung der mit den beschriebenen Paradoxien verbundenen Probleme. Wenn etwa betont wird, daß Strategien zur Lösung von Innovationsproblemen in Gefahr stehen, „zur Auflösung kooperativer und dauerhafter Beziehungen zwischen Unternehmen und Organi-

sationen und damit zur Erosion ihrer eigenen Funktionsbedingungen beizutragen“ (Lang, Sauer 1997, S. 18), dann muß daran die Folgerung geknüpft werden, solche Auflösungs- und Neukonstituierungsprozesse in Übereinstimmung mit Zielen, Spielregeln und Rahmensetzungen der Rechtsordnung zu halten. Bei aller wünschenswerten Dynamik dürfen auch die im Rechtsstaatsprinzip angelegten Mindestanforderungen an Rechtssicherheit nicht unbeachtet bleiben, und es dürfen die mit dem Sozialstaatsprinzip verknüpften Garantien existentieller Mindestsicherung oder bestimmter Lebensqualitäten (etwa des Umweltschutzes) nicht unbeachtet bleiben. Die Staatszielbestimmungen des Rechts- und Sozialstaats sowie der Demokratie müssen – darauf zu achten ist eine Aufgabe der Rechtswissenschaft – eine Orientierung auch im Innovationsgeschäft darstellen. Dies bedeutet keine Statik. Vielmehr sind auch diese Staatszielbestimmungen (wie auch viele andere Vorgaben der Rechtsordnung) konkretisierungsbedürftig und im Laufe der Zeit wandelbar. Dieser Wandel erfolgt keineswegs nur über ausdrückliche Rechtsänderungen. Vielmehr reagiert die Rechtsordnung auch ohne Änderung der Normtexte in subtiler Weise auf Änderungen der sozialen, politischen, kulturellen, ökonomischen, technologischen u.ä. Realität, d.h. des „Realbereichs der Normen“ (Müller 1997). Die Wandelbarkeit der Rechtsordnung, in hervorragender Weise auch der Verfassungsordnung, ist eine Grundbedingung ihrer Modernisierung. Dies bedeutet nicht Beliebigkeit. Vielmehr ist die Rechtsordnung – und die ihre Entwicklung begleitende Rechtswissenschaft – darauf ausgerichtet, auch in der Dynamik das erforderliche Mindestmaß an Verlässlichkeit zu sichern – etwa den Verlaß auf faire Verfahren, auf die Abpufferung von dysfunktionalen Machtungleichgewichten und die Gewährung von Schutz (Hoffmann-Riem 1998, S. 19 ff.).

Dynamik und Verlässlichkeit sind in der Rechtsordnung angelegt, bedingen aber Spannungen, zum Teil auch die erwähnten Paradoxien, und verdeutlichen, daß der „Korridor richtiger Entscheidungen“ eine gewisse Flexibilität in seinen Grenzen, möglicherweise auch in seinem Verlauf, haben kann. Wird anerkannt, daß Änderungen des Realbereichs von Normen auf den Normgehalt zurückwirken, so wie die Normen auf die Gestaltung und Entwicklung ihres Realbereichs einwirken können, werden eine Reagibilität und Wechselbezüglichkeit erkennbar, die auch für Innovationsprozesse beobachtbar, häufig unverzichtbar sind. Dabei können die wechselseitigen Einwirkungen auch dadurch geprägt werden, daß bestimmte in dem Korridor rechtmäßigen Verhaltens verfügbare Optionen gewählt und andere ausgeschlossen werden. Auch in einem bestimmten

Korridor können bisher gewohnte Pfade verlassen und dadurch Landkarten neu vermessen werden. Der häufig bestehende Optionenreichtum der Rechtsordnung ist eine Vorbedingung innovativer Prozesse. Je mehr das Recht als „optionales Recht“ ausgestaltet ist, desto größer sind die Spielräume für Innovationsprozesse. Erkauft wird dies allerdings mit einer Verminderung der Erwartungssicherheit.

4. Reaktionen auf Veränderungen im Verhältnis von Staat und Gesellschaft

Die Voraussetzungen für ein innovationsgeneigtes „optionales Recht“ werden gegenwärtig auch dadurch ausgebaut, daß die Rolle des Staates und damit auch des Rechts in mehreren Bereichen neu definiert werden. Schlagwortartig formuliert geht es um den tendenziellen Übergang vom erfüllenden Wohlfahrts- und Interventionsstaat hin zum ermöglichenden Gewährleistungsstaat (Schneider 1999). In den Sozialwissenschaften wird dies in das Schlagwort „from providing to enabling“ gefaßt. Der Staat baut seine früher wahrgenommene und im Laufe der Entwicklung immer weiter ausgebaute Verantwortung für bestimmte Ergebnisse und die Erfüllung bestimmter Bedürfnisse der Bürgerinnen und Bürger zunehmend ab und ist bemüht, sich möglichst auf eine „Gewährleistungsverantwortung“ zu reduzieren (Schuppert 1998). In den davon betroffenen Bereichen formuliert er vorrangig nur noch Strukturvorgaben und stellt einen rechtlich geregelten Rahmen und entsprechende Spielregeln des Verhaltens privater Beteiligter bereit, um Problemlösungen möglichst in gesellschaftlicher Eigenverantwortung (also durch Private) zu erlauben. Allerdings überläßt er viele Problemlösungen nicht der Gesellschaft vollständig. Vielmehr zieht er sich häufig in eine zweite Linie zurück, d.h., er spannt Sicherheitsnetze auf bzw. interveniert im Zuge einer Auffangverantwortung, wenn die gesellschaftliche Problemlösung versagt, insbesondere normativ unannehmbare Folgen verursacht (Hoffmann-Riem 1997, S. 366). Aber selbst dort, wo der Staat weiter die Erzielung bestimmter Ergebnisse garantiert oder Aufgaben in Eigenverwaltung wahrnimmt, erhöht er teilweise die Flexibilität, etwa dadurch, daß er selbstregulative Elemente in die staatliche Problembewältigung einbaut. Ein besonders markantes Beispiel ist die Umsetzung des Neuen Steuerungsmodells in der staatlichen Verwaltung und die damit verbundene Eigenverantwortung dezentraler Aufgabenträger (Schröter, Wollmann 1998; Jann 1998). Diese Umrüstung des

staatlichen Aufgabenverständnisses und der eingesetzten Instrumente ist häufig damit verbunden, daß Outcomes and Impacts bedeutsam werden (Nullmeier 1998). Diese Blickweitung auf Aufgaben und Wirkungen der Aufgabenerfüllung, also auf Folgen und Folgesfolgen, wird erleichtert, wenn die rechtliche Steuerung nicht als reine Inputsteuerung verstanden wird. Das klassische Subsumtionsmodell beschränkte sich auf die Relation von Inputs und Outputs und begnügte sich mit einer Methode der Rechtsanwendung, die zur Subsumtionstechnik verengt war. Demgegenüber richtet der Gewährleistungsstaat seine Rechtsordnung darauf aus, Prozesse zu organisieren, den Einsatz unterschiedlicher Steuerungsressourcen (neben dem Recht etwa Personal, Organisation und finanzielle Ressourcen) in ihrem Wechselspiel zu organisieren, d.h. Funktionsräume zu institutionalisieren, die möglichst weitgehend der Selbstregelung überlassen werden. Dies ist zwar keineswegs überall der Fall – selbstverständlich nutzt der Staat auch noch sein traditionelles, insbesondere imperatives Instrumentarium, und er setzt in vielen Bereichen weiter Konditionalprogramme ein; beobachtbar ist aber ein Trend in Richtung auf mehr (bloße) Gewährleistungsverantwortung und damit eine größere gesellschaftliche Selbstregelung. Die verbleibende Auffangverantwortung – etwa in Gestalt des Sozialrechts oder des Mißbräuche abwehrenden Polizei- und Strafrechts – sichert ein Mindestmaß an Sozialverträglichkeit für den Fall des Versagens privater Gestaltung.

5. Maßstäbe rechtlicher Richtigkeit

Infolge dieser Veränderungen ist es nicht länger vertretbar, die Rechtmäßigkeit lediglich im Sinne der Fehlerfreiheit der Subsumtion eines realen Lebenssachverhalts auf eine bestimmte Norm zu verstehen. Die Subsumtionsrichtigkeit ist eine notwendige, aber keine hinreichende Bedingung der Richtigkeit, soweit die Rechtsordnung Optionen bereitstellt. In einem optionengeprägten Recht gibt es zusätzliche Orientierungsgrößen der „Richtigkeit“ rechtlich geprägten Handelns. Dazu gehört die Optimalität im Sinne der Abwägungs- und Gestaltungsrichtigkeit, auch der Effizienz (verstanden als größtmögliche Ressourcenschonung). Hinzu tritt in einer auf ein größtmögliches Maß an Konsens ausgerichteten Gesellschaft die Konsensfähigkeit, zumindest die Akzeptabilität von Entscheidungsprozessen bzw. gefundener Entscheidungsergebnisse. Da die Anwendung von Rechtsnormen die Beachtlichkeit von Entscheidungsergebnissen umfaßt,

gehört auch der Vollzug, d.h. die Implementierbarkeit, zur „Richtigkeit“ des Ergebnisses. Mit Rücksicht auf den Innovations- und damit Flexibilitätsbedarf der Gesellschaft kann zur Richtigkeit auch die Evaluierbarkeit gehören, nicht zuletzt mit Blick auf eine häufig gebotene Revidierbarkeit.

Hier braucht nicht besonders betont zu werden, daß diese weiteren Richtigkeitsfaktoren besondere Bedeutung für Innovationsprozesse haben. Deshalb muß eine rechtswissenschaftliche Innovationsforschung auf sie ein besonderes Augenmerk richten. Dazu gehört es auch, die in der Rechtsordnung angelegten Korridore für optionales Verhalten gegenüber denjenigen zu verteidigen, die sich am Modell der einzig richtigen Subsumtion orientieren und – etwa mit einseitigem Blick auf die Möglichkeiten gerichtlicher Kontrolle – den Maßstab rechtlicher Richtigkeit einengen.

Wenn in der Innovationsforschung der Netzwerkcharakter von innovativerheblichen Beziehungen betont und zugleich gesehen wird, daß die institutionellen Voraussetzungen der Innovationsfähigkeit bedeutsam sind – „etwa in Gestalt von ... Moderation, Mediation und Konsensmanagement“ (Lang, Sauer 1997, S. 28) –, oder wenn die Art der Streitkultur, das Maß der Beteiligung und die Öffentlichkeitsorientierung hervorgehoben werden (ebd., S. 35), wenn Bedingungen von Lernprozessen wichtig werden (learning by design, learning by using (ebd., S. 20)) und der Prozeß des „iterativen Durchlaufens rekursiver Schleifen“ sowie die Vorsorge für „Reversibilität, Umkehrbarkeit, Fehler- und Korrekturfreundlichkeit“, kurz für technologische, organisatorische und institutionelle Flexibilität im Sinne von Reagibilität auch angesichts unintendierter Wirkungen betont werden (ebd., S. 25), dann ist die Brücke leicht zu der Aussage zu schlagen, daß die erwähnten Richtigkeitsgaranten auch Garanten einer normativ erwünschten Innovation sind.

6. Die Verrechtlichungsfälle als Innovationsfälle

Die Rechtsordnung ist allerdings weit davon entfernt, auf solche Erfordernisse durchgängig eingestellt zu sein. Die vielfach beobachtete Innovationsresistenz des Rechts bzw. rechtlicher Steuerung ist Ausdruck dessen. Dies darf nicht nur als Rückständigkeit des Rechts gedeutet werden, sondern muß auch vor dem Hintergrund der Erwartung an das Recht bewer-

tet werden, Rechtssicherheit zu ermöglichen, rechtlich geschützte Interessen in ihrem Bestand zu erhalten oder eine kurzatmige Tagesaktualität der Problemlösung zu vermeiden, die sich später unter veränderten Rahmenbedingungen als kontraproduktiv erweisen könnte. Recht dient nicht nur der Innovationssteuerung und -förderung. Insofern muß eine rechtswissenschaftliche Innovationsforschung die Vieldimensionalität rechtlicher Steuerung berücksichtigen und das Innovationsinteresse einer Gesellschaft in den normativen Kontext anderer rechtlich geschützter Interessen ordnen helfen. Dies bedeutet zugleich, daß nicht alles als unerwünscht oder gar dysfunktional bewertet werden darf, was einzelne Akteure als innovationshemmend ansehen. Rechtlich geprägtes Handeln geschieht häufig in einem multidimensionalen und multipolaren Interessensfeld, in dem auf der einen Seite als Hemmnis verbucht werden kann, was auf einer anderen Seite als unabdingbarer Schutz gilt. Die Rechtsordnung zielt darauf, „praktische Konkordanz“ zwischen unterschiedlichen Zielwerten zu sichern, d.h. bei konkreten Problemlösungen möglichst so zu optimieren, daß die verschiedenen Interessen möglichst weitgehend berücksichtigt werden. Gelungene rechtliche Steuerung darf daher regelmäßig nicht als Nullsummenspiel konzipiert sein, sondern muß möglichst als Mehrsummenspiel (Herstellung von Win-Win-Situationen) konzipiert werden. So leistet der Rechtsstaat sich mit gutem Grund Fesseln einer schnellen und jederzeit variablen Entscheidung; der Sozialstaat verbürgt Schutz auch dort, wo dies die Entfaltung anderer behindert, und die Demokratie nimmt Verfahren pluralen Streitens fragmentierter Interessenträger und ggf. Risiken des wechselseitigen Blockierens im Interesse der fairen Beteiligungschancen aller in Kauf.

Dies zu registrieren bedeutet andererseits nicht, die gegenwärtige Rechtsordnung als in jeder Beziehung gelungen zu bezeichnen. Die oben beschriebene Modifikation staatlicher Verantwortungsübernahme und der damit verbundene Rückbau staatlicher Ergebnisverantwortung sind auch eine Reaktion darauf, daß der moderne Staat sich mit seinen Aufgaben übernommen hat (Grimm 1994; Scharpf 1991; Ellwein, Hesse 1997). Ein Unterproblem der Überforderung des Staates ist, daß im Laufe der Entwicklung ein ausdifferenziertes Rechtssystem geschaffen worden ist, das in vielem unüberschaubar und inhaltlich inkonsistent geworden ist und den Steuerungsbedarfen moderner Gesellschaften nicht mehr voll gerecht wird. Zu dieser Entwicklung ist es vermutlich auch deshalb gekommen, weil die Möglichkeiten des Rechts- und Sozialstaats und der Demokratie in überzogener Weise dazu genutzt wurden, auf neue Probleme mit im-

mer neuen Regelungen zu reagieren und Einwände gegen vorhandene Lösungen – etwa wegen nachvollziehbarer Gerechtigkeitsdefizite – durch Sonderregeln, insbesondere Ausnahmen, abzufedern. Paradigmatisch kann in der Zeit des Übergangs von der Industrie- zur Dienstleistungsgesellschaft etwa beobachtet werden, daß das Recht der Industriegesellschaft in seinen Grundstrukturen bestehen geblieben ist und daß auf dieser Grundlage ergänzende Sonderregeln für die Dienstleistungsgesellschaft erarbeitet wurden. Das Recht der Industriegesellschaft war vorrangig am Produkt, nicht am Produzieren orientiert. Das Recht der Dienstleistungsgesellschaft muß demgegenüber Prozesse und Interaktionen und darin bestehende Abhängigkeitsverhältnisse erfassen. Werden die auf unterschiedlichen Prämissen aufbauenden Rechtsschichten kumulativ genutzt, kommt es zu Brüchen oder Friktionen und zu dem Befund eines nicht einsichtigen Rechts, der dann häufig mit dem Schlagwort der „Überregulierung“ versehen wird. Auch die gegenwärtig modische Deregulierung hat letztlich nicht zu einem Abbau von Regulierungen, sondern zu Reregulierungen geführt (Voigt 1998; Kühler 1985; Isensee 1985). In dem Bemühen, es in einer komplexer gewordenen Gesellschaft mit höchst unterschiedlichen Interessen und unterschiedlich einflußreichen Interessenträgern möglichst allen, jedenfalls den Einflußreichen, recht zu machen, ist ein rechtliches Gewebe entstanden, dessen Strickmuster schwer verstehbar ist und dessen Dichtigkeit den Durchlässigkeitsbedarfen der modernen Gesellschaft nicht immer gerecht wird.

Mit Blick auf den Innovationsbedarf erweist sich insbesondere der in der deutschen Rechtsordnung besonders intensiv verankerte Bestandsschutz als hinderlich. Daß moderne Staaten nicht notwendig einen derart dichten Bestandsschutz gewähren müssen, ergibt ein Blick auf Länder wie Frankreich, England oder die USA. Diese kennen keineswegs einen entsprechenden, insbesondere intensiv über Grundrechte (in Deutschland vor allem die Eigentums- und Berufsfreiheit) abgesicherten Bestandsschutz. Auch der in der deutschen Rechtsordnung stark ausgeprägte und ausdifferenzierte Gesetzesvorbehalt (Bethge 1998, S. 27 ff.) – also die Notwendigkeit einer vom parlamentarischen Gesetz abgeleiteten oder in ihm enthaltenen Regulierung insbesondere grundrechtsrelevanter Fragen – hat zu einer Verstärkung der Verrechtlichung, d.h. also auch der Absicherung von Bestandsschutz im Recht geführt, die durch einen ebenfalls in Deutschland vergleichsweise intensiv ausgebauten Gerichtsschutz verstärkt wird. Die rechtsstaatlich motivierte Absicherung von Besitzständen, die sozialstaatlich fundierte Forderung nach Garantien realer Entfaltung für alle

und die im Demokratieprinzip angelegte Chance zur Mitwirkung bei der Interessenberücksichtigung – alles wichtige Errungenschaften moderner Staatlichkeit – drohen unter den gegenwärtigen Bedingungen, und zwar nicht nur mit Blick auf fiskalische Engpässe, zur Barriere der Innovationsfähigkeit der deutschen Gesellschaft zu werden. Auch dies könnte sich als Paradoxie erweisen: Die Erreichung der mit den drei Staatszielbestimmungen verbundenen Zielwerte könnte unter gegenwärtigen Bedingungen gerade durch die Art gefährdet sein, wie diese Zielwerte in der deutschen Rechts- und Gesellschaftsordnung verankert worden sind. Diese Feststellung darf nicht im Sinne eines Plädoyers für den Abbau der Staatszielbestimmungen verstanden werden. Möglicherweise ist aber ein Umbau ihrer Konkretisierung notwendig, der den Zweck haben müßte, die Ziele auch unter gegenwärtigen Bedingungen besser erreichen zu können. Voraussetzung ist eine Vergewisserung darüber, mit welcher Erwartung die Verfassung solche Grundsätze der Staatlichkeit normiert, und eine Prüfung, ob ihre aktuelle Umsetzung in konkrete Rechtsnormen angemessen ist, um dieser Erwartung auf Dauer gerecht zu werden.

7. Prekäre Beziehung von Recht und Innovation

Insbesondere dort, wo die Einzelregelungen der Rechtsordnung auf die aktuelle Lage nicht hinreichend abgestimmt sind, kann das Recht selbst dort zum dysfunktionalen Innovationshemmnis werden, wo seine Ziele zu billigen sind. Die rechtswissenschaftliche Innovationsforschung muß sich solchen unerwünschten Effekten zuwenden und fragen, wie die Rechtsordnung so eingerichtet werden kann, daß legitime Innovationsbedarfe ebenso wie gegenläufige Interessen geschützt werden. Die Rechtsordnung ist in ihren Teilelementen daraufhin zu untersuchen, wieweit sie eine erwünschte Innovationsoffenheit fördert, wieweit eine beobachtbare Innovationsresistenz durch gegenläufige Ziele gerechtfertigt ist oder aber dysfunktional wirkt oder wieweit das Recht selbst innovationsneutral (-ambivalent) ist, so daß die Zielrichtung und Schnelligkeit von Innovationsprozessen durch andere Faktoren beeinflusst werden können. Darüber hinaus ist nach Möglichkeiten der Innovationsstimulierung zu fragen.

Das Verhältnis von Recht und Innovation kann nämlich in verschiedenen Dimensionen bedeutsam sein. Manche Innovationen kommen trotz des Rechts zustande, andere werden durch das Recht ermöglicht (stimuliert),

wieder andere werden durch das Recht in ihrem Entstehungsprozeß oder ihrer Qualität beeinflusst. Schematisierend können insoweit drei Bezugsebenen herausgearbeitet werden:

- Innovationen trotz Recht,
- Innovationen durch Recht,
- Innovationen im Rahmen des Rechts.

Soweit Innovationssteuerung mit Hilfe des Rechts betrieben wird bzw. betrieben werden soll, kann sich im übrigen auch die Notwendigkeit ergeben, das Recht selbst zu ändern, möglicherweise sogar zunächst Innovationen im Recht zu bewirken. Eine vierte Dimension wären dann

- Innovationen im Recht.

8. Typen der Regulierung durch Recht

Die Rechtsordnung kennt höchst unterschiedliche Wege zur rechtlichen Beeinflussung von Verhalten und zur Bewirkung von Wirkungen. Oben wurde ein Trend zu stärker selbstregulativen Steuerungsinstrumenten beobachtet. Selbstregelung kann als Gegenteil zu einer hoheitlichen Regulierung verstanden werden, insbesondere einer solchen, die mit Ge- und Verboten und entsprechenden Sanktionen arbeitet (hoheitliche imperative Regulierung). Die verschiedenen Typen regulierenden Rechts lassen sich in analytischer Absicht auf einer Skala wie folgt verordnen: Wird die traditionelle hoheitlich-imperative Regulierung an dem einen Pol dieser gleitenden Skala angesiedelt, und wird auf die Gegenseite der Skala die private Selbstregelung (insbesondere im Bereich des Privatrechts) angesiedelt, so befindet sich auf dem Weg zu diesem Gegenpol eine Vielfalt von Zwischenformen, die einerseits als „hoheitliche Regulierung mit selbstregulativen Elementen“ und andererseits als „hoheitlich regulierte Selbstregelung“ bezeichnet werden können.



Welcher Regelungstyp zur Bewältigung eines bestimmten Problems der jeweils beste ist, läßt sich nicht abstrakt feststellen. Dies liegt auch daran, daß Recht unterschiedliche Funktionen zu erfüllen hat. Von besonderer Wichtigkeit sind insbesondere folgende Funktionen des Rechts:

- Bereitstellungsfunktion (Bereitstellung von Handlungsformen, Gestaltungsoptionen, Anspruchsnormen, Eingriffsermächtigungen, ggf. aber auch nur von Zielen, Konzepten oder Programmen),
- Schutzfunktion,
- Rechtsgüter- und Interessenschutzfunktion („eingrenzendes Recht“),
- Gestaltungsfunktion (Steuerung und Neugestaltung),
- Konfliktbewältigungsfunktion (Ausgleich konfligierender Interessen, Bereitstellung von Möglichkeiten der Problembewältigung).

Die Innovationsfunktion des Rechts steht quer zu diesen Funktionen. Innovationsprozesse können nämlich durch Nutzung der unterschiedlichen Funktionen des Rechts in unterschiedlicher Weise befördert oder gebremst werden. Die zur Begrenzung von unerwünschten Innovationsnebenfolgen eingesetzten Maßnahmen haben eine besondere Nähe zur Schutzfunktion. Die Innovationsstimulierung hat eine Affinität zur Gestaltungsfunktion des Rechts. Soweit aber Innovationsprozesse auf Konsens und Akzeptanz selbst dort ausgerichtet sind, wo die Innovationen unterschiedliche Interessen in unterschiedlicher Weise betreffen, mag die Ausgleichs- und Konfliktbewältigungsfunktion besonders wichtig werden. Da eine freiheitliche Rechtsordnung Innovationen auch vor dem Hintergrund der Ermöglichung der Grundrechtsverwirklichung, insbesondere der Freiheitsverwirklichung bewertet, ist auch die Bereitstellungsfunktion des Rechts besonders wichtig.

Sollen diese (und auch andere) Funktionen des Rechts in einer sozial verträglichen Weise auch im Zuge von Innovationsprozessen wirksam werden, bedarf es „maßgeschneiderter“ rechtlicher Regelungen. Sie werden niemals auf Innovationen als solche konzentriert und begrenzt, sondern regelhaft von anderen Zielen geleitet sein und Innovationen lediglich als Mittel der Verwirklichung sonstiger Ziele begreifen. Die Unvorhersehbarkeit von Innovationsergebnissen und ihrer Rückwirkung auf sonstige Interessen – also die Innovationsparadoxie, daß Recht etwas Neues regeln soll, bevor es Wirklichkeit geworden ist (Lang, Sauer 1997, S. 23) – stellt

Recht als Innovationsmedium auch deshalb vor ein besonderes Problem, weil die rechtsstaatliche Erwartung an Vorhersehbarkeit und damit Rechtssicherheit notwendig enttäuscht werden muß. Innovationstaugliches Recht muß Lernfähigkeit im Innovationsprozeß organisieren, zugleich aber notwendigen Schutz versprechen und flexibel auf sonstige Zukunftsentwicklungen reagieren können. Auch dieser Befund zeigt, daß der Staat sich überfordern würde, wenn er seinen mit der früheren Ergebnisverantwortung gekoppelten Regelungsoptimismus beibehält und Recht unbefangen in der Annahme konstruiert, damit zukünftige Entwicklungen mit hinreichender Sicherheit prägen zu können. Angesichts der Dynamik von Kausalbeziehungen (etwa deren Vernetzungen und Rückkopplungen), der damit verbundenen Unsicherheit zukünftiger Entwicklungen, ja sogar der Unübersichtlichkeit bestehender Verhältnisse nimmt der Staat klugerweise seine Regelungsverantwortung zurück.

Allerdings sind die einzelnen und die Gesellschaft insgesamt weiterhin auf eine regulative Instanz angewiesen. Gesellschaftliche Selbstregulierung setzt nämlich zur Durchführung sozialverträglicher Prozesse und zur Erreichung sozialverträglicher Ergebnisse Rahmenbedingungen voraus, die in einer interessen geleiteten, Machtungleichgewichte respektierenden und unterschiedliche Handlungskompetenzen vorfindenden Gesellschaft nicht sicher gegeben sind. Die erwähnte Gewährleistungsverantwortung, gekoppelt mit der Auffangverantwortung, bündelt das gebotene Mindestmaß an Vorsorge dagegen, daß Selbstregulierung normativ aus dem Ruder läuft und schützenswürdige Interessen zu kurz kommen. Das im Selbstregulungsmechanismus des Marktes beobachtete Marktversagen ist nur eine Erscheinungsform möglicher Defizite von Selbstregulierungsprozessen.

Die mit der Gewährleistungsverantwortung gekoppelte staatliche Verantwortung für den Handlungsrahmen, für Spielregeln und für die Interventionsmöglichkeit in der Hinterhand sind Vorkehrungen zur Verkoppelung von Selbstregulierung und Gesellschaftsverträglichkeit. Auch in Bereichen mit einem hohen Innovationsdruck kann die regulative Antwort des Staates daher nicht die vollständige Freigabe zur Selbstregulierung sein. Wohl aber ist eine durch staatliche Strukturvorgaben, Verhaltensspielregeln und Interventionsvorbehalte gekennzeichnete „regulierte“ Selbstregulierung (Mayntz, Scharpf 1995) ein erfolgversprechender Modus.

Literatur

- Beck, U.; Bonß, W. (Hrsg.): *Weder Sozialtechnologie noch Aufklärung? – Analysen zur Verwendung sozialwissenschaftlichen Wissens*, Frankfurt a.M. 1989.
- Bethge, H.: *Der Grundrechtseingriff*. In: *Veröffentlichungen der Vereinigung der Deutschen Staatsrechtslehrer*, Bd. 57, 1998, S. 7-56.
- Dilcher, G.: *Sozialwissenschaften im Studium des Rechts*, Bd. 4: *Rechtsgeschichte*, München 1978.
- Ellwein, P.; Hesse, J.J.: *Der überforderte Staat*, Frankfurt a.M. 1997.
- Grimm, D.: *Rechtswissenschaft und Nachbarwissenschaften*, 2 Bde., 2. Aufl., München 1976.
- Grimm, D. (Hrsg.): *Staatsaufgaben*, Baden-Baden 1994.
- Hassemer, W. (Hrsg.): *Sozialwissenschaften im Studium des Rechts*, Bd. 3: *Strafrecht*, München 1978.
- Hassemer, W. (Hrsg.): *Sozialwissenschaften im Strafrecht*, Neuwied u.a. 1984.
- Hoffmann-Riem, W.: *Sozialwissenschaften im Studium des Rechts*, Bd. 2: *Verfassungs- und Verwaltungsrecht*, München 1977.
- Hoffmann-Riem, W. (Hrsg.): *Sozialwissenschaften im Öffentlichen Recht*, Neuwied u.a. 1981.
- Hoffmann-Riem, W.: *Zur Verwendungstauglichkeit der Sozialwissenschaften für die Juristenausbildung*. In: H. Giehring u.a. (Hrsg.): *Juristenausbildung – erneut überdacht*, Baden-Baden 1990, S. 75-108.
- Hoffmann-Riem, W.: *Organisationsrecht als Steuerungsressource*. In: E. Schmidt-Aßmann; W. Hoffmann-Riem (Hrsg.): *Verwaltungsorganisationsrecht als Steuerungsressource*, Baden-Baden 1997, S. 355-395.
- Hoffmann-Riem, W.: *Vorüberlegungen zur rechtswissenschaftlichen Innovationsforschung*. In: W. Hoffmann-Riem; J.-P. Schneider (Hrsg.): *Rechtswissenschaftliche Innovationsforschung*, Baden-Baden 1998, S. 11-28.
- Hoffmann-Riem, W.: *Sozialwissenschaften im Verwaltungsrecht – Kommunikation in einer multidisziplinären Scientific Community*. In: *Die Verwaltung*, Sonderheft 1, 1999 (im Erscheinen).
- Hoffmann-Riem, W.; Schneider, J.-P.: *Zur Eigenständigkeit rechtswissenschaftlicher Innovationsforschung*. In: W. Hoffmann; J.-P. Schneider (Hrsg.): *Rechtswissenschaftliche Innovationsforschung*, Baden-Baden 1998, S. 389-412.
- Horn, N.: *Sozialwissenschaften im Studium des Rechts*, Bd. 1: *Zivil- und Wirtschaftsrecht*, München 1977.
- Isensee, J.: *Mehr Gesetze, weniger Rechtsgewährung?* In: *ZRP (Zeitschrift für Rechtspolitik)*, Heft 5, 1985, S. 139-145.
- Jann, W.: *Neues Steuerungsmodell*. In: S. von Bandemer u.a. (Hrsg.): *Handbuch zur Verwaltungsreform*, Opladen 1998, S. 70-80.
- Jesch, D.: *Unbestimmter Rechtsbegriff und Ermessen in rechtstheoretischer und verfassungsrechtlicher Sicht*. In: *AöR (Archiv des öffentlichen Rechts)*, Heft 82, 1957, S. 163-249.

- Koch, H.-J.: Ermessensermächtigungen und unbestimmte Rechtsbegriffe im Verwaltungsrecht, Frankfurt a.M. 1979.
- Koch, H.-J.: Abwägungsvorgang und Abwägungsergebnis als Gegenstände gerichtlicher Plankontrolle. In: DVBl (Deutsches Verwaltungsblatt), 1989, S. 399-405.
- Kübler, F. (Hrsg.): Verrechtlichung von Wirtschaft, Arbeit und sozialer Solidarität, Frankfurt a.M. 1985.
- Lang, Ch.; Sauer, D. (Hrsg.): Paradoxien der Innovation, Mitteilungen Heft 19/1997, Verbund Sozialwissenschaftliche Technikforschung, München, November 1997.
- Larenz, K.; Canaris, C.-W.: Methodenlehre der Rechtswissenschaft, 3. Aufl., Berlin u.a. 1995.
- Lau, C.; Beck, U.: Definitionsmacht und Grenzen angewandter Sozialwissenschaft, Opladen 1989.
- Luhmann, N.: Rechtssoziologie, Bd. 2, Reinbek bei Hamburg 1972.
- Mayntz, R.; Scharpf, F.W.: Gesellschaftliche Selbstregulierung und politische Steuerung, Frankfurt/New York 1995.
- Müller, F.: Juristische Methodik, 7. Aufl., Berlin 1997.
- Nullmeier, F.: Input, Output, Outcome, Effektivität und Effizienz. In: S. von Bandemer u.a. (Hrsg.): Handbuch zur Verwaltungsreform, Opladen 1998, S. 314-322.
- Scharpf, F.W.: Die Handlungsfähigkeit des Staates am Ende des 20. Jahrhunderts. In: PVS (Politische Vierteljahresschrift), Heft 4, 32. Jg., 1991 S. 621-634.
- Schmidt, W.: Abschied vom „unbestimmten Rechtsbegriff“. In: NJW (Neue Juristische Wochenschrift), 1975, S. 1753-1758.
- Schmidt-Aßmann, E.; Hoffmann-Riem, W. (Hrsg.): Strukturen des europäischen Verwaltungsrechts, Baden-Baden 1999.
- Schneider, J.-P.: Liberalisierung durch regulative Marktorganisation, Habilitationsschrift, Hamburg 1999 (im Erscheinen).
- Schröter, E.; Wollmann, H.: New Public Management. In: S. von Bandemer u.a. (Hrsg.): Handbuch zur Verwaltungsreform, Opladen 1998, S. 59-70.
- Simonis, G.: Sozialverträglichkeit. In: S. Broechler u.a. (Hrsg.): Handbuch Technologiefolgenabschätzung, Berlin 1999 (im Erscheinen).
- Schuppert, G.F.: Die öffentliche Verwaltung im Kooperationspektrum staatlicher und privater Aufgabenerfüllung – Zum Denken in Verantwortungsstufen. In: Die Verwaltung, Heft 4, 1998, S. 415-447.
- Voigt, R. (Hrsg.): Abschied vom Staat – Rückkehr zum Staat? 2. Aufl., Baden-Baden 1998.
- Walz, W.R. (Hrsg.): Sozialwissenschaften im Zivilrecht, Neuwied u.a. 1983.
- Wingens, M.: Soziologisches Wissen und politische Praxis – Neuere theoretische Entwicklungen der Verwendungsforschung, Frankfurt a.M. 1988.
- Zippelius, R.: Juristische Methodenlehre, 6. Aufl., München 1994.

Innovation als Paradoxieentfaltung – Eine Schlußbemerkung

„Das Paradox der Innovation liegt darin, daß sie etwas voraussetzt, das sie erneuert. Sie bricht mit der Vergangenheit, indem sie sie fortsetzt, und setzt sie fort, indem sie den Gang der Dinge unterbricht.“

(Waldenfels 1991, S. 96)

1. Eine operative Paradoxie liegt vor, wenn die Bedingungen der Möglichkeit einer Operation die Bedingungen ihrer Unmöglichkeit implizieren.
2. Nicht Innovation, wohl aber die Planung und Steuerung von Innovation sind eine solche Operation, weil Innovation etwas Neues, noch Unbekanntes hervorbringen soll, von dem man eben deshalb nicht wissen kann, wo und wie es zu finden ist, ökonomisch gesprochen: mit welchem Aufwand und welchem Ertrag zu rechnen ist, rechtlich gesprochen: was wie zu regeln ist.¹

Waldenfels behandelt daher (geplante) Innovationen als Suchparadox: „Wüßte der Handelnde, was er erreichen will, so wäre er ein bloßer Exekutant; die Ausführung könnte er ebensogut Gehilfen, am Ende Maschinen überlassen. Weiß er es nicht, so hilft allerdings auch keine Wiedererinnerung, sondern nur das Tun selbst, ein versuchendes Tun, das buchstäblich kein Ziel hat“ (Waldenfels 1991, S. 97). Der Ökonom wird an dieser Stelle an die Aporien neoklassischer Such- und Informationskostenminimierung denken, wie sie besonders Winter (1964; 1975) analysiert hat. Organisationstheoretisch ist diese Stelle auch deswegen außerordentlich bedeutsam, weil Waldenfels (ebd.) von hier, unter Rekurs auf Murata (1984), zu der Einsicht gelangt, daß Neuartiges uns auf „quere“ Weise er-

1 Der folgende Absatz ist fast wörtlich entnommen aus Ortmann 1995 (S. 399 ff.).

reicht, „ohne daß wir es intendieren können; denn intendieren läßt sich nur, was sich als bereits Bestimmtes erwarten läßt.“ Was für ein Schlag ins Kontor der grassierenden Rede von Innovationsmanagement und -politik und von Kreativitätsförderung das ist, läßt sich wohl sehen und bedarf allerdings noch gründlicher Ausarbeitung. Die hätte besonders Elsters Analyse von „Zuständen, die *wesentlich Nebenprodukt* sind“, in Rechnung zu stellen, Zuständen also, die wir *intendiert* gerade *nicht* herstellen können (vgl. Elster 1987, S. 141 ff.). Tatsächlich stellt sich Waldenfels' Suchparadox als Variante der Paradoxie der Problemwahrnehmung heraus, die bereits Platon im *Menon* als solche, als Paradoxie bezeichnet hat: Die Suche nach der Lösung eines Problems sei etwas Widersinniges, denn es ist die Suche nach etwas Unbekanntem, von dem man nicht wissen könne, wie es zu finden sei. (Und das wiederum bedeutet, das Problem nicht richtig stellen zu können.) Platons Lösung – alles Entdecken sei ein Wiedererinnern – erinnert stark an die Idee der Wiederholung bei Waldenfels und Dupuy, Varela (1991) und bei mir (Ortmann 1995), ist aber kaum je akzeptiert worden, weil Platon ein Wiedererinnern an früheres Leben gemeint hat und darin gewöhnlich allzu wörtlich genommen worden ist. Alles Neue indes kommt, darin könnte die tiefere Wahrheit Platons liegen, im Wege des iterativen Durchlaufens rekursiver Schleifen vom Bekannten zum Unbekannten und zurück in die Welt – es gibt keine *creatio ex nihilo*. Polanyis Lösungsvorschlag geht dahin, mit einer „Ahnung eines Zusammenhanges“ (1985, S. 28), einer „Andeutung eines Verborgenen“ (ebd., S. 29) im *impliziten Wissen* zu rechnen, das eben durch die eigene Unbestimmtheit jener Unbestimmtheit gerecht wird, die einem Problem notwendig anhaftet. Mit Hilfe des Begriffs der Rekursivität können wir Polanyis Lösung stützen und stärken – und den Ort bestimmen, an dem Platons Wiederholung tatsächlich zu ihrem Recht kommt. Dieser Ort liegt in den *tastenden*,² iterativen Versuchen der Bestimmung jenes Unbe-

-
- 2 Daß Erscheinung nur möglich ist „im Bereich des Ungewissen“ und unsere Sinne erst in *tastender* Bewegung die Sinnesobjekte „produzieren“, hat Kükelhaus (1979, S. 37 f.) an vielen Beispielen sinnlicher Wahrnehmung demonstriert. Eine Kugel etwa wird bei totaler Ausleuchtung als flache Scheibe gesehen, weil nichts zu suchen – und nichts zu „produzieren“ – bleibt. Kükelhaus ist auch einer der wenigen, die Platons Lösung zugestimmt haben, und zwar mit einer Begründung, die auf die Ontogenese, ja, bis auf die Entwicklungsgeschichte des vorgeburtlichen Menschen zurückgeht – und dabei mit zyklischen Prozessen rechnet, die wir heute rekursiv nennen: „Alles Erkennen ist ein Wiedererkennen. Diese philosophische Aussage hat ihren Grund in dem Sachverhalt, wonach das in der Zeit sich vollziehende Wachsen und Sichausgliedern von organischem Leben als eine von Schritt zu Schritt fortschreitende Rückkopplung auf die zu Anfang und als Anfang angelegten und verankerten

stimmten während der Suche nach der Problemlösung, die also ebenso sehr als Lösungssuche wie als Problemkonstitution (-spezifikation, -modifikation) aufzufassen ist. Nicht suchen wir einfach nach dem passenden Schlüssel für ein fix und fertiges Schloß, sondern wir erschließen uns die Eigenschaften des Schlosses erst während der Suche und des Ausprobierens des Schlüssels, und nie ist ausgeschlossen, daß wir am Ende statt eines passenden Schlüssels für ein Schloß ein passendes Schloß für einen Schlüssel gefunden haben. Die *Lösung* eines Problems ist merkwürdigerweise konstitutiv – im Sinne einer Bestimmung des Unbestimmten – für die *Problemstellung*, so sehr die Problemstellung doch die Problemlösung determinieren sollte und tatsächlich orientiert. Der Ort der Wiederholung ist das iterative Durchlaufen dieser rekursiven Schleife von Problemstellung und Problemlösung. Daß alle Reorganisation es damit zu tun hat, auch alle Restrukturation der Produktion, schließlich: alle Innovation, das hätte die sozialwissenschaftliche Behandlung des Neuen erst noch ins Kalkül zu nehmen. Organisationstheoretisch werden dadurch Konzepte der Emergenz und der Evolution nahegelegt, Konzepte der Entstehung des Neuen, in denen Intentionalität eine allenfalls bescheidenere Rolle spielt. Innovationsmanagement hat daher immer etwas Paradoxales an sich.

3. Wer darauf insistiert, stößt selten auf offene Ohren in diesen Zeiten einer sich überschlagenden, überstürzenden Moderne mit ihrem Kultus des Neuen, ihrem Affekt wider alles Beharrende. Die Rede von der Paradoxie der Innovation indes soll Innovationspolitik nicht lähmen, wohl aber über den Ernst ihrer Schwierigkeiten und über ihre Grenzen instruieren. Nur wenn man der Paradoxie geplanter Innovation innebleibt, kann Innovationsmanagement und -politik einen klugen Umgang mit jenen Schwierigkeiten pflegen.

4. Bemühungen um Innovation können daher nur Weisen der Paradoxiebearbeitung, -eindämmung und -entfaltung sein. Innovationspolitik hat ihre Grenze daran, daß sie die basale Paradoxie aller geplanter Innovation nicht zum Verschwinden bringen kann; daran, daß sie zielgerichtet unbekannte Ziele ansteuern will; daran, daß sie das Nichtgewährleistbare gewährleisten soll.

Innovationspolitik muß angesichts dessen – und kann durchaus – indirekt steuern, via Bestimmung von Kontexten, Förderung von Selbstorganisa-

Muster vonstatten geht (ähnlich einem kybernetischen Kreisgeschehen). ... Kein Später, das nicht in einem Früher seine Quelle und seine Mündung hat“ (Kükelhaus 1982, S. 47).

tion, optionenorientiertes Recht, Erhöhung der Absorptionskapazität für externes und neues Wissen,³ Eröffnung von Möglichkeiten für „quere“ Entstehungsweisen des Neuen.

5. Schier übermächtig angesichts solcher Komplikationen unser aller Sehnsucht nach Einfachheit und Verständlichkeit – nach einfachen und verständlichen erzählten Geschichten. Die Mythen⁴ der Technikgeschichte bedienen diese Sehnsucht – vielleicht sollte man sagen: Die Sehnsucht ist die Quelle dieser Mythen. Vier solcher Mythen kreisen (1.) um die eine große Idee, (2.) um den heroischen Erfinder, (3.) um spontane – nicht regulierte – Ordnungen als fruchtbarem Nährboden und (4.) um das gelobte Land, dessen säkularisierter Name lautet: Standort. Die Technikgeneseforschung setzt ihnen (1.) Geschichten von vielen kleinen Ideen entgegen;⁵ (2.) die Geschichte von Thomas E. Edison nicht (nur) als Erfinder, sondern als Meister der Politik, als Schmied siegreicher Koalitionen aus Schlüsselakteuren (Granovetter 1992; McGuire 1986); (3.) die Geschichte des Siegeszuges des Computers, dessen Durchbruch sich eher der Kriegswirtschaft als den gleichsam naturbelassenen Kräften des Marktes verdankt,⁶ oder (4.) die diversen Geschichten der Ernüchterung – oder auch: Erleichterung – nach deutschen Wirtschaftswundern, amerikanischen oder japanischen Herausforderungen.⁷

3 Cohen und Levinthal (1990) haben auf Pfadabhängigkeiten beim rekursiven Aufbau dieser Kapazität aufmerksam gemacht: Eine hohe Kapazität heute begünstigt eine noch höhere morgen.

4 Im Sinne von Barthes „... wird der Mythos durch den Verlust der historischen Eigenschaft der Dinge bestimmt. Die Dinge verlieren in ihm die Erinnerung an ihre Herstellung. Die Welt tritt in die Sprache als eine dialektische Beziehung von Tätigkeiten, von menschlichen Akten ein, sie tritt aus dem Mythos hervor als ein harmonisches Bild von Essenzen. Ein Kunststück ist vor sich gegangen, bei dem das Reale umgewendet, es von Geschichte entleert und mit Natur angefüllt worden ist“ (Barthes 1970, S. 130) – z.B. mit der Natur der natürlichen, spontanen Ordnung, von der gleich die Rede sein wird.

5 Am Beispiel von Henry Ford und dem Fließband: Williams u.a. (1993); vgl. auch Ortmann (1995, S. 9 ff.); am Beispiel des Computers: Lévy (1995).

6 Und auch dieses Argument muß sogleich vor seinem Gerinnen geschützt werden, das einen neuen Mythos erzeugt: den des einen grundlegenden Ereignisses. Dafür, daß die Dinge auch in Sachen Computer und Krieg komplizierter gelagert waren, vgl. Lévy (1995).

7 Heute wird der Mythos der USA als des gelobten Landes der Innovation so erzählt: In Deutschland sei man stark in der Invention, in den Vereinigten Staaten in der Innovation – Grübler und Tüftler hier, unternehmerische Persönlichkeiten da, letztere durch Regulation nicht behindert.

Die eine Idee, das eine Ereignis, der eine Erfinder, die eine Ordnung, das eine Land – das Problem der Technikgeneseforschung ist, daß sie den Stein des Weisen nicht im Angebot hat, ihr Trost, daß die Vielfalt der je monistischen Erklärungen die Idee des einen Steines längst unterminiert hat.

6. Aufgabe der Technikgenese- und Innovationsforschung in dieser Lage kann es sein,

- Paradoxien der Innovation detailverpflichtet zu beschreiben,
- die Innovationspraxis als Umgangsweisen mit diesen Paradoxien zu analysieren,
- die Eignung und Effizienz solcher Umgangsweisen zu beurteilen, eventuell alternative Möglichkeiten zu entwickeln,
- Erfolge und Mißerfolge der Innovation daraus zu erklären und dann
- Bedingungen erfolgreicher Innovationspolitiken einzukreisen, die jener Paradoxie gewärtig und gewachsen sind.

7. Solche Bedingungen vermuten wir (Lang, Sauer 1997) – als vorläufiges Ergebnis bisheriger Forschung – in der rekursiven, Selbstorganisation zulassenden und fördernden, diskursiven resp. machtförmigen und netzwerkförmigen Anlage der Innovationspraxis.

8. *Rekursivität* – das rekursive Durchlaufen iterativer Schleifen forschender, suchender, experimentierender Praxis, deren Outputs zum erneuten Input weiterer Praxisschleifen werden – scheint eine wichtige Figur des Umgangs mit den Paradoxien der Innovation zu sein (vgl. für viele: Leder 1989; Hofstadter u.a. 1995; Tushman, Rosenkopf 1992; Brown, Eisenhardt 1997), die sich abzeichnet im Verhältnis etwa zwischen

- *Problemdefinition und Problemlösung*: Nicht nur wird die Problemlösung durch die Problemdefinition, sondern auch die Problemdefinition durch die Problemlösung gesteuert/modifiziert/bestimmt; nicht nur erfinden Erfinder neue Lösungen, sondern oft – und oft ist das noch wichtiger – neue Probleme (man denke nur an die verzweifelte Suche nach neuen, „Kundennutzen“ stiftenden Anwendungen für immer leistungsfähigere Personalcomputer);

- *Bedürfnissen und Mitteln der Bedürfnisbefriedigung*: Wir lernen sozusagen erst im Lichte neuer Mittel zu wünschen, was sie an Wünschen zu erfüllen vermögen,⁸ und die Bedürfnisbefriedigung heute ist oft genug konstitutiv für das Bedürfnis morgen; (es gibt kein anthropologisch fixiertes Bedürfnis nach Servolenkung und Zentralverriegelung, und jahrzehntelang sind wir alle ganz gut ohne sie ausgekommen; wenige Wochen mit Servolenkung und Zentralverriegelung indes genügen, um uns diese Mittel schier unentbehrlich zu machen;)
- *De- und Rekontextualisierung*: Im Zuge der Rekontextualisierung – des Einrückens einer zunächst kontextfreien Erfindung in Anwendungskontexte – ergeben sich Anstöße zu erneuter Dekontextualisierung und Modifizierung der Neuerung;
- *Erfindung und Nutzung der Erfindung*: Der Zweck und die technische Gestalt der Dampfmaschine, des Kinematographen, der Glühbirne, der Schreibmaschine oder der Rechenmaschine werden in Abhängigkeit von der Nutzung ihrer frühen Gestalten spezifiziert und modifiziert;
- *Entwurf (Plan, Design, Konstruktion) und Anwendung/Ausführung/Realisierung*: Der Entwurf wird erst in der Ausführung und Anwendung vollendet und unter Umständen modifiziert;
- *Produktion und Konsumtion*: In der Konsumtion, im Gebrauch von Gütern ereignet sich eine andere, sekundäre, unsichtbare, stumme Produktion – die Produktion von Anwendungs-, Gebrauchs-, Umgangsweisen, und sie erzeugt/verändert/befestigt den Sinn und manchmal auch die Gestalt der Güter;⁹

8 Rohbeck (1993, S. 196) hat das in die noch sehr viel allgemeinere Formulierung gebracht, „daß im Laufe der Menschheitsgeschichte erst durch die Erfahrung im Umgang mit Werkzeugen eine Vorstellung des Mittels gewonnen werden konnte“ (vgl. zu diesen rekursiven Zusammenhängen zwischen Mitteln und Zwecken auch Ortman 1995, S. 81 ff., besonders S. 84, Fußnote 3, und S. 115 ff.).

9 Daher postuliert de Certeau (1988, S. 13): „So muß zum Beispiel die Analyse der vom Fernsehen verbreiteten Bilder (Vorstellungen) durch eine Untersuchung dessen ergänzt werden, was der Kulturkonsument während dieser Stunden und mit diesen Bildern ‚fabriziert‘. Dasselbe gilt für den Gebrauch des städtischen Raumes, der im Supermarkt gekauften Produkte oder für den Umgang mit den von der Zeitung verbreiteten Berichten und Stories.“ Heute haben wir mit dem Internet ein sehr viel schlagenderes, auffälligeres Beispiel für diese sekundäre Produktion-durch-die-Konsumenten vor Augen. De Cer-

- *Norm und Normanwendung*: Normen werden erst in der Normanwendung vollends spezifiziert, unter Umständen modifiziert. Das ist ein allgemeines Problem der Rechtsetzung und Rechtsprechung (vgl. z.B. Habermas 1994),¹⁰ es wird aber im Falle rechtlicher Normen, betreffend technische Innovationen – man denke an Patente für Pflanzengene –, besonders auffällig und brisant, weil hier die Regelungstatbestände und -konsequenzen so besonders unübersichtlich sind (vgl. den Beitrag von Roßnagel in diesem Band, S. 193 ff.);
- *depth-first search und breadth-first search* im Sinne der KI-Forschung (vgl. Hofstadter u.a. 1995, S. 30 ff.): Suchstrategien wie „sniffing before you inhale deeply“ oder „breadth-first search“ bedürfen der Ergänzung durch „depth-first search“ und umgekehrt;
- *assimilierendem, akkommodierendem und fundamentalkritischem Suchverhalten* im Sinne Piagets und Kirschs (vgl. Piaget 1986; Kirsch 1988, S. 81 f.): assimilierende Anpassung des Informationsverhaltens

teau (1988, S. 12) hat deren freie Art der Nutzung einmal „Wildern“ genannt. Und lesen sich nicht die folgenden Bestimmungen, als wären sie dem Fall Internet abgewonnen (was sie nicht sind – das französische Original stammt aus dem Jahre 1980)? „Diese ‚Fabrikation‘, der hier nachgegangen werden soll, ist eine Produktion, eine Poiesis – die allerdings unsichtbar ist, da sie sich in den von den Systemen der (televisuellen, urbanen, kommerziellen etc.) ‚Produktion‘ definierten und besetzten Bereichen verbirgt. ... Das Gegenstück zur rationalisierten, expansiven, aber auch zentralisierten, lautstarken und spektakulären Produktion ist eine *andere* Produktion, die als ‚Konsum‘ bezeichnet wird: Diese ist listenreich und verstreut, aber sie breitet sich überall aus, lautlos und fast unsichtbar, denn sie äußert sich nicht durch eigene Produkte, sondern in der *Umgangsweise* mit den Produkten, die von einer herrschenden ökonomischen Ordnung aufgezwungen werden“ (de Certeau 1988, S. 13). Und solche Umgangsweisen können, wie z.B. das Zappen mit Hilfe der Fernbedienung, massive Rückwirkungen auf die „primäre“ Produktion und deren Produkte (Fernsehprogramme) haben: auf die vermehrte Produktion von Trailern, auf die Gestaltung von Fernsehfilmen (in den ersten Minuten muß es die erste Leiche geben) u.v.a.m. – bis hin übrigens zur Entstehung neuer Unternehmen, die einzig auf die Produktion von Fernsehtrailern spezialisiert sind und mit avantgardistischster Technik arbeiten. Hier liegt der Grund dafür, daß die Technikgeneseforschung ihre Aufmerksamkeit auf die Prozesse der Kontextualisierung/Anwendung von Techniken ausgedehnt hat: Auch dort spielt die Musik.

- 10 Die zugespitzteste Formulierung dieser überaus verzwickten Problematik lautet: Die um Gerechtigkeit und Verantwortlichkeit bemühte Entscheidung eines Richters „muß das Gesetz erhalten und es zugleich so weit zerstören oder aufheben, daß sie es in jedem Fall wieder erfinden und rechtfertigen muß“ (Derrida 1991, S. 47).

an den Kontext, d.h. an den Bezugsrahmen, innerhalb dessen Elementareinheiten des Wissens aufeinander bezogen werden; akkommodierende Anpassung des Kontextes an neue Wissens Elemente und fundamentalkritische Infragestellung, u.U. Ersetzung des Kontextes – diese drei Formen des Suchens durchlaufen rekursive Schleifen;

- *ektypischer und prototypischer Erfahrung* im Sinne von Kant und Waldenfels:¹¹ Nachbildende/maßnehmende Reproduktion und vorbildende/maßgebende Produktion ergänzen und konstituieren einander wechselseitig;
- *produkttechnologischen und kundenbezogenen Kriterien der Innovation* beim Management der Produktentwicklung (vgl. Nishiguchi 1996): Erstere restringieren und ermöglichen letztere und umgekehrt;
- *techno-ökonomischen Domänen und institutionellem Rahmen* (Institutionen, die etwa die Produktion und Verteilung von Wissen und/oder die Interaktionen innerhalb jener Domänen beeinflussen) im Sinne der Innovationsökonomie (vgl. Dosi 1993, S. 68 ff.): Beide machen eine Ko-Evolution durch.

9. Die Förderung von *Selbstorganisation* im Sinne der Komplexitätstheorie und der neueren Innovationsökonomie (z.B. Silverberg u.a. 1999)¹² zielt auf die Initiierung von und die Gewährleistung der Funktionsbedingungen für selbsttragende Entwicklungen, getragen durch positive

11 Kant (1924, § 51); Waldenfels (1985, S. 140 ff.): „*Reproduktives Handeln* vollzieht sich innerhalb bestehender Ordnungen. Was Situationen, Dinge und Partner an *Neuem* bieten, wird bewältigt im Medium maßnehmender oder ektypischer Erfahrungen, die sich an bestehenden Maßstäben orientieren. ... Wenn Normen nicht einfach in den Dingen zu finden oder aus Grundnormen abzuleiten sind, müssen wir hiervon ein *produktives Handeln* unterscheiden, das eine bestimmte Ordnung mitentstehen läßt und damit Wiederholung und Fortentwicklung ermöglicht. Das *Neuartige*, das hier in neuen Regeln, Strukturen und Maßstäben zutage tritt, läßt sich selbst nicht als richtig oder unrichtig einstufen. Denn es wird nicht an anderem gemessen, sondern *an sich selbst*. Das Maß ist sozusagen als Maßwerk in die Erfahrung eingebaut, sofern diese sich als *maßgebende* oder *prototypische Erfahrung* erweist.“ So setzt der Computer neue Maßstäbe für Rechengeschwindigkeit und Nutzungsvielfalt von Rechenmaschinen, für unser Kommunikationsverhalten, für das Layout von Diplomarbeiten u.v.a.m.

12 Selbstorganisation in diesem Sinne darf nicht mit Demokratie- oder Partizipationspostulaten verwechselt werden. Das „Selbst“ bezieht sich darauf, daß die Innovationsprozesse sich via Rückeinspeisung selbst tragen und eventuell verstärken, ob sie nun demokratisch oder autoritativ gesteuert werden.

Feedbacks, Rückeinspeisung, ökonomisch gesprochen: increasing returns – allerdings mit den Gefahren von lock ins, straight jackets, ineffizienten Trajektorien, Verlust von sunk costs.

„Selbstorganisation“ bezieht sich bekanntlich auf komplexe, interdependente, dynamische Systeme, die eine historische Entwicklung in irreversibler Zeit durchlaufen, selbsttragend in dem Sinne, daß die Systemoutputs – im weitesten Sinne – im Wege der Rückeinspeisung zu neuen Inputs des Systems werden, mit dem Resultat mehr oder minder prekärer Verlaufsbahnen und womöglich einigermaßen stabiler Strukturen. Entscheidungen von Akteuren innerhalb solcher Systeme sind mit irreduzierbarer Unsicherheit und mit komplexen Interaktionen untereinander und zwischen den Systemvariablen konfrontiert – dies alles ganz gewiß ein weiterer Dämpfer für die von der Politik geforderte respektive an den Tag gelegte Steuerungseuphorie in Sachen „Innovation“.

Selbstorganisation ist daher nicht mißzuverstehen als Postulat, gar als Königsweg, sondern als Analysekatégorie, die zu denken erlaubt, wie mit der Paradoxie von Planung und Steuerung *direkt* unplanbarer, unsteuerbarer Innovation überhaupt umgegangen werden kann.

Auch die alltäglichen, „sekundären“ Produktionspraktiken der Konsumenten übrigens verallgemeinern sich, wenn und indem sie in solche Trajektorien geraten – auf Wegen, deren Studium der Technikgeneseforschung noch ein reichhaltiges Betätigungsfeld eröffnet. Es ist kein Zufall, wenn de Certeau (1988, S. 21 f.) in seinem Zusammenhang von „Bahnen“ spricht – auch wenn er dabei Trajektorien im Sinne der Komplexitätstheorie kaum gemeint haben dürfte: „Als verkannte Produzenten, Dichter ihrer eigenen Angelegenheiten, und stillschweigende Erfinder eigener Wege durch den Dschungel der funktionalistischen Rationalität produzieren die Konsumenten durch ihre Signifikationspraktiken etwas, das die Gestalt von ‚Irr-Linien‘ haben könnte, ... *Bahnen* unvorhersehbare(r) Sätze, zum Teil unlesbare ‚Querverbindungen‘“ (Hervorh. G.O.). De Certeau hat dabei durchaus die Irreversibilität solcher Bahnen im Auge (ebd., S. 23), und er vernachlässigt über der Betonung von Aspekten wie Wildern, Irr-Linien, Unvorhersehbarkeit, Herumvagabundieren (S. 22) nicht eine gleichwohl mögliche Regelmäßigkeit: „In unserer Gesellschaft vermehren sie (die Alltagspraktiken; G.O.) sich mit dem Zerfall von Ortsbeständigkeit, *als ob sie* – da sie nicht mehr von einer sie umgebenden Gemeinschaft fixiert werden – *aus der Bahn gerieten* ... in einem System ...

das zu groß ist, als daß es das ihre sein könnte, und das zu engmaschig ist, als daß sie ihm entkommen könnten. Aber sie führen eine Brownsche Bewegung in dieses System ein“ (de Certeau 1988, S. 24; Hervorh. G.O.). Das Thema „Regelmäßigkeit von Regelabweichungen“, hier mit Blick auf unvorhergesehene/„unvorschriftsmäßige“ Nutzungsweisen von Technik angedeutet, ist auch mit Bezug auf organisatorische Regeln und deren Verletzung wichtig und ergiebig – und muß auch dort komplexitätstheoretisch bearbeitet werden (vgl. Ortmann 2000).

10. *Diskursivität* – der Diskurs und womöglich Konsens zwischen den Beteiligten und Betroffenen – erscheint dann als eines der prekärsten Charakteristika von Innovationsprozessen und -projekten – wiederum kein Heilmittel gegen ihre Paradoxie, wohl aber als Weise ihrer Bearbeitung, Entfaltung und Eindämmung: ihrer Entfaltung und Eindämmung in zeitlicher, räumlicher und sozialer Hinsicht.

11. Ob Innovationen gefördert, ermöglicht und durchgesetzt werden, ist andererseits – in einzelnen Organisationen und Unternehmen, aber auch innerhalb der Gesellschaft als ganzer – abhängig von *Machtstrukturen*, -interessen und -strategien und dem Einsatz von Machtmitteln, deren Analyse die Innovationsforschung nicht aussparen darf. Beides – Diskurse und der Einsatz von Macht – kann Innovation beschleunigen oder bremsen.

Naiv wäre es also, in diskurs- und konsensorientierten Verfahren des Innovationsmanagements das Allheilmittel wider allfällige Innovationsblockaden zu erblicken. Diskurse kosten Kraft, Nerven und Zeit. Ebenso naiv aber ist der Glaube an die beschleunigende Kraft starker Führung. Der Zeitverbrauch und die Kosten der dadurch induzierten oder dabei in Kauf genommenen „resistance to change“ sind im Rahmen strategischer resp. mikropolitischer Organisationsanalysen (Crozier, Friedberg 1979; Küpper, Ortmann 1986; 1988) erforscht worden und können die „Kosten des Diskurses“ leicht überschreiten.

12. *Innovationsnetzwerke* (vgl. zusammenfassend Kowol, Krohn 1995) geraten in den Fokus der Aufmerksamkeit, weil Rekursivität, Organisation, Selbstorganisation, Diskurse und Macht im Falle von Innovationsprozessen die Grenzen einzelner Forschungsorganisationen immer öfter sprengen und weil auch die Vorstellung einer zentralen, einheitsstiftenden, steuerungsmächtigen Instanz (Wissenschaft, Staat o.a.) nicht länger trägt. Auch Innovationsnetzwerke „emergieren“, und sie tragen, reproduzieren

und organisieren sich selbst – und das muß Gegenstand der Forschung und sodann reflektierter Politik sein.

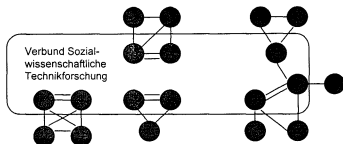
13. Auch Innovationsforschung trägt alle Züge der beschriebenen Paradoxie. Auch sie ist auf der Suche nach Neuem, nämlich auf der Suche nach neuen Einsichten in die Suche nach Neuem. Selbstbezüglichkeit ist in ihrem Falle ein mehr als anderswo sich aufdrängendes Gebot.

14. Die Forschungsorganisation des „Verbundes Sozialwissenschaftliche Technikforschung“ trägt dem Rechnung durch

- die Anlage der Forschungsprojekte als Netzwerkprojekte und
- durch die Koordination und die Selbst- und Kontextsteuerung der Netzwerkprojekte im und durch den Verbund, einschließlich der Rückeinspeisung von Forschungsergebnissen, Feedbacks aus Wirtschaft, Politik und Wissenschaft in den Projekt- und in den Verbundzusammenhang (vgl. Abb.).
- Auf diese Weise soll die eigene Forschungspraxis an den Kriterien der Rekursivität, Selbstorganisation, Diskursivität (inkl. transdisziplinärer Diskurse) und Netzwerkförmigkeit orientiert werden.

15. „Im Kultus des Neuen und damit in der Idee der Moderne wird dagegen rebelliert, daß es nichts Neues mehr gebe“ (Adorno 1976, S. 316). Angesichts beschleunigter Innovationszyklen, drohender „Beschleunigungsfällen“ (Backhaus, Bonus 1997) und selbsttragender, selbstverstärkender Innovationsdynamiken ist Innovationsforschung gut beraten, sich dem Kultus des Neuen nicht auszuliefern. Einem normativen Prae für das Neue kann sie die Frage nach seinem Sinn und seinen Effekten entgegenzusetzen.

Forschungsorganisation des Verbundes Sozialwissenschaftliche Technikforschung



Eckpfeiler I: Netzwerkprojekte

- inhaltlicher Zusammenhang der einzelnen Projekte des Verbunds
- mindestens zwei Verbundmitglieder und mindestens ein verbundexterner Kooperationspartner
- zwei bis drei Jahre Laufzeit der Netzwerkprojekte
- internationale Dimension mit Blick auf Forschungsgegenstand und/oder Kooperationspartner

Eckpfeiler II: Koordination der Netzwerkprojekte im Verbund

- Erleichterung der verbundinternen Koordination durch eine sozialwissenschaftliche Grundorientierung aller Mitglieder
- gleichzeitige Gewährleistung von Interdisziplinarität: Ökonomie, Politologie, Rechtswissenschaft, Soziologie
- regelmäßige Verbundsitzungen zur Koordination der Netzwerkprojekte und Förderung des wissenschaftlichen Austausches, Diskussion von Projektskizzen
- Bildung verbundinterner Projektcluster zu Querschnittsthemen (z.B. regulative Voraussetzungen von Innovationsnetzwerken, Nutzerbeteiligung)
- Patensystem zur internen Qualitätssicherung
- jährliche Verbundworkshops zu ausgewählten Themen (unter Einbeziehung der externen Kooperationspartner und der breiten wissenschaftlichen Öffentlichkeit)
- regelmäßige Durchführung von Verbundtagungen mit unterschiedlichen Zielgruppen: Wirtschaftspraxis, Politik, Förderungseinrichtungen

Literatur

- Adorno, Th.W.: *Minima Moralia – Reflexionen aus dem beschädigten Leben*, Einzelausgabe Suhrkamp, Frankfurt/M. 1976.
- Backhaus, K.B.; Bonus, H. (Hrsg.): *Die Beschleunigungsfalle oder der Triumph der Schildkröte*, 2. Aufl., Stuttgart 1997.
- Barthes, R.: *Mythen des Alltags*, 2. Aufl., Frankfurt/M. 1970.
- Brown, S.L.; Eisenhardt, K.M.: *The Art of Continuous Change – Linking Complexity and Time-paced Evolution in Relentlessly Shifting Organizations*. In: *Administrative Science Quarterly*, vol. 42, 1997, pp. 1-34.
- Certeau, M. de: *Kunst des Handelns*, Berlin 1988.
- Cohen, W.M.; Levinthal, D.A.: *Absorptive Capacity – A New Perspective on Learning and Innovation*. In: *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, no. 1, 1990, pp. 128-152.
- Crozier, M.; Friedberg, E.: *Macht und Organisation – Die Zwänge kollektiven Handelns*, Königstein/Ts. 1979.
- Derrida, J.: *Gesetzeskraft – Der „mystische“ Grund der Autorität*, Frankfurt/M. 1991.
- Dosi, G.: *Evolutionäre Ansätze zu Innovationen, Marktprozessen und Institutionen sowie einige Konsequenzen für die Technologiepolitik*. In: F. Meyer-Krahmer (Hrsg.): *Innovationsökonomie und Technologiepolitik*, Heidelberg 1993, S. 68-99.
- Dupuy, J.P.; Varela, F.: *Kreative Zirkelschlüsse – Zum Verständnis der Ursprünge*. In: P. Watzlawick; P. Krieg (Hrsg.): *Das Auge des Betrachters*, München 1991, S. 247-275.
- Elster, J.: *Subversion der Rationalität*, Frankfurt/New York 1987.
- Granovetter, M.: *Economic Institutions as Social Constructions – A Framework for Analysis*. In: *Acta Sociologica*, no. 1, 1992, pp. 3-11.
- Habermas, J.: *Faktizität und Geltung – Beiträge zur Diskurstheorie des Rechts und des demokratischen Rechtsstaates*, Frankfurt/M. 1994.
- Hofstadter, D. and the Fluid Analogies Research Group: *Fluid Concepts and Creative Analogies – Computer Models of the Mechanisms of Thought*, New York 1995.
- Kant, I.: *Kritik der Urteilskraft*, Hamburg 1924.
- Kirsch, W.: *Die Handhabung von Entscheidungsproblemen – Einführung in die Theorie der Entscheidungsprozesse*, München 1988.
- Kowol, U.; Krohn, W.: *Innovationsnetzwerke – Ein Modell der Technikgenese*. In: J. Halfmann u.a. (Hrsg.): *Technik und Gesellschaft*, Bd. 8, Frankfurt/M. 1995, S. 77-105.
- Kükelhaus, H.: *Organismus und Technik – Gegen die Zerstörung der menschlichen Wahrnehmung*, Frankfurt/M. 1979.
- Kükelhaus, H.: *Bau von Stätten der Wahrnehmung – Eine Utopie?* In: H. Kükelhaus; R. zur Lippe: *Entfaltung der Sinne*, Frankfurt/M. 1982, S. 42-49.

- Küpper, W.; Ortmann, G.: Mikropolitik in Organisationen. In: Die Betriebswirtschaft, Heft 46, 1986, S. 590-602.
- Küpper, W.; Ortmann, G. (Hrsg.): Mikropolitik – Rationalität, Macht und Spiele in Organisationen, Opladen 1988.
- Lang, Ch.; Sauer, D. (Hrsg.): Paradoxien der Innovation, Mitteilungen Heft 19/1997, Verbund Sozialwissenschaftliche Technikforschung, München, November 1997.
- Leder, M.: Innovationsmanagement – Ein Überblick. In: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, Ergänzungsheft 1, 1989, S. 1-54.
- Lévy, P.: Die Erfindung des Computers. In: M. Serres (Hrsg.): Elemente einer Geschichte der Wissenschaften, 2. Aufl., Frankfurt/M. 1995, S. 905-944.
- McGuire, P.: The Control of Power – The Political Economy of Electric Utility Development in the United States. 1870-1930, Ph.D. Diss., Department of Sociology, State University of New York at Stony Brook, New York 1986.
- Murata, J.: Wahrnehmung und Lebenswelt. In: Y. Nitta (Hrsg.): Japanische Beiträge zur Phänomenologie, Freiburg/München 1984, S. 273-317.
- Nishiguchi, T. (ed.): Managing Product Development, New York/Oxford 1996.
- Ortmann, G.: Formen der Produktion – Organisation und Rekursivität, Opladen 1995.
- Ortmann, G.: Zonen des Schweigens – Über die Notwendigkeit und stillschweigende Duldung von Regelverletzungen. In: G. Ortmann: Das Schweigen der Sirenen (Veröffentlichung in Vorbereitung), 2000.
- Piaget, J.: Das moralische Urteil beim Kinde, Stuttgart 1986.
- Polanyi, M.: Implizites Wissen, Frankfurt/M. 1985.
- Rohbeck, J.: Technologische Urteilskraft – Zu einer Ethik des technischen Handelns, Frankfurt/M. 1993.
- Silverberg, G.; Dosi, G.; Orsenigo, L.: Innovation, Diversity and Diffusion – A Self-Organization Model. In: The Economic Journal, vol. 98, 1988, pp. 1032-1054.
- Tushman, M.L.; Rosenkopf, L.: Organizational Determinants of Technological Change – Toward a Sociology of Technological Evolution. In: Research in Organizational Behavior, vol. 14, 1992, pp. 311-347.
- Waldenfels, B.: In den Netzen der Lebenswelt, Frankfurt/M. 1985.
- Waldenfels, B.: Der Stachel des Fremden, Frankfurt/M. 1991.
- Williams, K.; Haslam, C.; William, J.: The Myth of the Line – Ford's Production of the Model T at Highland Park 1909-1916. In: Business History, vol. 35, 1993, pp. 66-87.
- Winter, S.: Economic „Natural Selection“ and the Theory of the Firm. In: Yale Economic Essays, vol. 4, 1964, pp. 224-272.
- Winter, S.: Optimization and evolution in the theory of the firm. In: R.H. Day; T. Groves (eds.): Adaptive Economic Models, New York 1975, pp. 73-118.

Die Autoren und Herausgeber

Prof. Dr. Hartmut Hirsch-Kreinsen, Universität Dortmund

Prof. Dr. Wolfgang Hoffmann-Riem, Universität Hamburg

Dipl.-Soz. Christa Lang, ISF München

Prof. Dr. Frieder Meyer-Krahmer, Fraunhofer-Institut
für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe

Prof. Dr. Kurt Monse, Universität Wuppertal,
Forschungsinstitut für Telekommunikation, Dortmund

Prof. Dr. Günther Ortmann, Universität der Bundeswehr Hamburg

Prof. Dr. Arie Rip, University of Twente, Enschede

Dip.-Ing. Mag. Harald Rohrer, IFF/IFZ – Interuniversitäres
Forschungszentrum für Technik, Arbeit und Kultur, Graz

Prof. Dr. Alexander Roßnagel, Gesamthochschule Kassel

Dr. Dieter Sauer, ISF München

Prof. Dr. Johan W. Schot, University of Twente, Enschede,
Technical University of Eindhoven, Eindhoven

Prof. Dr. Georg Simonis, FernUniversität – Gesamthochschule Hagen

Prof. Dr. Rob van Tulder, Erasmus University Rotterdam

Prof. Dr. Pierre Veltz, Ecole Nationale des ponts et chaussées,
Marne-la-Vallee

Dr. Johannes Weyer, FernUniversität – Gesamthochschule Hagen

Dr. Volker Wittke, Soziologisches Forschungsinstitut e.V. Göttingen

Prof. Dr. Rainer Wolf, Universität Freiberg

DAS INSTITUT FÜR SOZIALWISSENSCHAFTLICHE FORSCHUNG E.V. – ISF MÜNCHEN –

RECHTSFORM, LEITUNG, FINANZIERUNG

Das ISF München ist ein eingetragener Verein mit anerkannter Gemeinnützigkeit. Es besteht seit 1965. Mitglieder des Vereins sind Personen, die auf den Forschungsfeldern des Instituts arbeiten. Die Leitung liegt beim Institutsrat (Vorstand), der aus Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des ISF besteht.

Das ISF verfügt über keine öffentliche Grundfinanzierung. Die Forschungsvorhaben werden ausschließlich über zeit- und projektgebundene Mittel finanziert. Auftraggeber sind z.B. Bundes- und Landesministerien, die Europäische Union, verschiedene Stiftungen, Institutionen der allgemeinen Forschungsförderung sowie – im Verbund mit öffentlich geförderten Forschungsprojekten – Unternehmen.

FORSCHUNGSGEBIETE, KOOPERATIONEN

Das ISF forscht über neue Entwicklungen in Betrieb und Gesellschaft. Im Vordergrund stehen betriebliche Rationalisierungsstrategien (Technikgestaltung, Arbeitsorganisation), Personal- und Ausbildungspolitiken und deren Voraussetzungen und Folgen für Arbeitsmarkt, Bildungssystem und industrielle Beziehungen. Die Untersuchungen richten sich auf die Verknüpfung von praxisbezogener und theoretischer Forschung und auf den internationalen Vergleich. Dazu arbeitet das Institut mit wissenschaftlichen Einrichtungen anderer, auch technischer Disziplinen, mit Unternehmen sowie mit internationalen Experten zusammen.

Kooperationsvereinbarungen bestehen mit der Fakultät für Ökonomie der Tohoku-Universität in Sendai/Japan und mit dem Economic Research Center der Han Nam Universität in Taejon/Korea.

Die Forschungsergebnisse werden für Wissenschaftler und Praktiker aus Unternehmen, Verbänden und öffentlichen Institutionen aufbereitet.

MITARBEITER, FORSCHUNGSORGANISATION

Im ISF arbeiten ca. 20 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit sozial-, wirtschafts- und ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung sowie studentische Hilfskräfte und freie Mitarbeiter für Spezialgebiete. Die Forschungsarbeiten werden von Projektteams mit hoher Eigenverantwortung durchgeführt. Überlappende Teamkooperation sichert Synergieeffekte, die Zusammensetzung der Belegschaft Interdisziplinarität im Hause. Rund 9 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erledigen die Aufgaben der Verwaltung und Sachbearbeitung.

Ein Überblick über die bisherigen Arbeiten und Veröffentlichungen ist über das Institut erhältlich.

ISF MÜNCHEN JAKOB-KLAR-STR. 9 80796 MÜNCHEN
TEL. 089/272921-0 FAX 089/272921-60 E-MAIL ISF@LRZ.UNI-MUENCHEN.DE
<http://homepages.muenchen.org/bm752233/>

Ausgewählte Buchveröffentlichungen 1995 – 1999 (Stand August 1999)

- ISF-München; INIFES-Stadtbergen; IfS-Frankfurt; SOFI-Göttingen (Hrsg.): *Jahrbuch Sozialwissenschaftliche Technikberichterstattung 1995 – Schwerpunkt: Technik und Region*, edition sigma, Berlin 1995.
- Lutz, Burkart; Schröder, Harry (Hrsg.): *Entwicklungsperspektiven von Arbeit im Transformationsprozeß*, Rainer Hampp Verlag, München/Mering 1995.
- Rose, Helmuth (Hrsg.): *Nutzerorientierung im Innovationsmanagement – Neue Ergebnisse der Sozialforschung über Technikbedarf und Technikentwicklung*, Frankfurt/New York 1995.
- Schmidt, Rudi; Lutz, Burkart (Hrsg.): *Chancen und Risiken der industriellen Restrukturierung in Ostdeutschland. KSPW: Transformationsprozesse*, Berlin 1995.
- Schmierl, Klaus: *Umbrüche in der Lohn- und Tarifpolitik – Neue Entgeltsysteme bei arbeitskraftzentrierter Rationalisierung in der Metallindustrie*, Frankfurt/New York 1995.
- Lutz, Burkart; Hartmann, Matthias; Hirsch-Kreinsen, Hartmut (Hrsg.): *Produzieren im 21. Jahrhundert – Herausforderungen für die deutsche Industrie – Ergebnisse des Expertenkreises „Zukunftsstrategien“ Band I*, Frankfurt/New York 1996.
- Lutz, Burkart; Nickel, Hildegard M.; Schmidt, Rudi; Sorge, Arndt (Hrsg.): *Arbeit, Arbeitsmarkt und Betriebe*, Leske + Budrich, Opladen 1996.
- Meil, Pamela (Hrsg.): *Globalisierung industrieller Produktion – Strategien und Strukturen – Ergebnisse des Expertenkreises „Zukunftsstrategien“ Band II*, Frankfurt/New York 1996.
- Rose, Helmuth (Hrsg.): *Objektorientierte Produktionsarbeit – Neue Konzepte für die Fertigung*, Frankfurt/New York 1996.
- Sauer, Dieter; Hirsch-Kreinsen, Hartmut (Hrsg.): *Zwischenbetriebliche Arbeitsteilung und Kooperation – Ergebnisse des Expertenkreises „Zukunftsstrategien“ Band III*, Frankfurt/New York 1996.
- Bieber, Daniel (Hrsg.): *Technikentwicklung und Industriearbeit – Industrielle Produktionstechnik zwischen Eigendynamik und Nutzerinteressen*, Frankfurt/New York 1997.
- Drexel, Ingrid; Giessmann, Barbara (Hrsg.): *Berufsgruppen im Transformationsprozeß – Ostdeutschlands Ingenieure, Meister, Techniker und Ökonomen zwischen Gestern und Übermorgen*, Frankfurt/New York 1997.
- Heidling, Eckhard: *Interessenvertretung im Netz – Institutionalisierte Interessenvertretung im Kfz-Gewerbe*, Frankfurt/New York 1997.
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut (Hrsg.): *Organisation und Mitarbeiter im TQM*, Springer Verlag, Berlin/Heidelberg/New York etc. 1997.
- ISF-München; INIFES-Stadtbergen; IfS-Frankfurt; SOFI-Göttingen (Hrsg.): *Jahrbuch Sozialwissenschaftliche Technikberichterstattung 1996 – Schwerpunkt: Reorganisation*, edition sigma, Berlin 1997.
- Mendius, Hans Gerhard; Bauer, Reinhard; Heidling, Eckhard: *Kraftfahrzeug-Service-techniker – ein innovativer Qualifizierungsansatz für das Handwerk*, hrsg. v. BMBF, Bonn 1997.
- Schultz-Wild, Lore; Lutz, Burkart: *Industrie vor dem Quantensprung – Eine Zukunft für die Produktion in Deutschland*, Springer Verlag, Berlin/Heidelberg/New York etc. 1997.

- Werle, Raymund; Lang, Christa (Hrsg.): *Modell Internet? – Entwicklungsperspektiven neuer Kommunikationsnetze*, Frankfurt/New York 1997.
- Altmann, Norbert; Endo, Koshi; Nomura, Masami; Yoshida, Makoto: *Innovative Arbeitspolitik? – Zur qualifizierten Produktionsarbeit in Japan*, Frankfurt/New York 1998.
- Behr, Marhild von; Hirsch-Kreinsen, Hartmut (Hrsg.): *Globale Produktion und Industriearbeit – Arbeitsorganisation und Kooperation in Produktionsnetzwerken*, Frankfurt/New York 1998.
- Böhle, Fritz; Milkau, Brigitte: *De la manivelle à l'écran – L'évolution de l'expérience sensible des ouvriers lors des changements technologiques*, Editions Eyrolles, Paris 1998.
- INIFES; ISF; SÖSTRA (Hrsg.): *Erwerbsarbeit und Erwerbsbevölkerung im Wandel – Anpassungsprobleme einer alternden Gesellschaft*, Frankfurt/New York 1998.
- ISF-München; INIFES-Stadtbergen; IfS-Frankfurt; SOFI-Göttingen (Hrsg.): *Jahrbuch Sozialwissenschaftliche Technikberichterstattung 1997 – Schwerpunkt: Moderne Dienstleistungswelten*, edition sigma, Berlin 1998.
- ISF-München; INIFES-Stadtbergen; IfS-Frankfurt; SOFI-Göttingen (Hrsg.): *Jahrbuch Sozialwissenschaftliche Technikberichterstattung, Sonderband: Beobachtungsfeld Arbeit*, edition sigma, Berlin 1998.
- Lutz, Burkart (Hrsg.): *Zukunftsperspektiven industrieller Produktion – Ergebnisse des Expertenkreises „Zukunftsstrategien“ Band IV*, Frankfurt/New York 1998.
- Lutz, Burkart (Hrsg.): *Subjekt im Transformationsprozeß – Spielball oder Akteur?* Rainer Hampp Verlag, München/Mering 1998.
- Drexel, Ingrid: *Arbeitnehmervertretung vor neuen Differenzierungen des Bildungssystems – Neue Bildungsgänge zwischen Dualem System und Hochschule – Entwicklungen, Probleme, Strategien*, Frankfurt/New York 1999 (im Erscheinen).
- Lutz, Burkart (Hrsg.): *Entwicklungsperspektiven von Arbeit*, Weinheim 1999 (im Erscheinen).
- Mendius, Mendius, Hans Gerhard; Weimer, Stefanie, unter Mitarbeit von Heidling, Eckhard: *Beschäftigungschance Umwelt – Arbeitnehmerinitiativen für neue Arbeitsplätze im Handwerk*, edition der Hans-Böckler-Stiftung 11, Düsseldorf 1999.
- Rose, Helmuth; Schulze, Hartmut (Hrsg.): *Innovation durch Kooperation – Nutzerorientiertes Konzept für Interaktionssysteme in der Serienfertigung*, Frankfurt/New York 1999.
- Sauer, Dieter; Lang, Christa (Hrsg.): *Paradoxien der Innovation – Perspektiven sozialwissenschaftlicher Innovationsforschung*, Frankfurt/New York 1999.
- Döhl, Volker; Kratzer, Nick; Sauer, Dieter: *Im Schatten der Innovation*, Frankfurt/New York 2000 (in Vorbereitung).
- Rose, Helmuth; Düll, Klaus (Hrsg.): *Kooperative Produktionssteuerung – Innovationsstrategien für Unternehmen der Lebensmittelindustrie*, Frankfurt/New York 2000 (in Vorbereitung).
- Schmierl, Klaus (Hrsg.): *Produktion von Einfachprodukten am Standort Deutschland*, Frankfurt/New York 2000 (in Vorbereitung).
- Weishaupt, Sabine: *Vereinseitigung des Sehens und tätigkeitsbezogene Sehschulung – Ein neuer Ansatz in der betrieblichen Gesundheitsförderung (Arbeitstitel)*, Frankfurt/New York 2000 (in Vorbereitung).