

Dolata, Ulrich (Ed.); Werle, Raymund (Ed.)

Book

Gesellschaft und die Macht der Technik: Sozioökonomischer und institutioneller Wandel durch Technisierung

Schriften aus dem Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung Köln, No. 58

Provided in Cooperation with:

Max Planck Institute for the Study of Societies (MPIfG), Cologne

Suggested Citation: Dolata, Ulrich (Ed.); Werle, Raymund (Ed.) (2007) : Gesellschaft und die Macht der Technik: Sozioökonomischer und institutioneller Wandel durch Technisierung, Schriften aus dem Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung Köln, No. 58, ISBN 978-3-593-38357-6, Campus Verlag, Frankfurt a. M.

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/69276>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



Ulrich Dolata, Raymund Werle (Hg.)

Gesellschaft und die Macht der Technik

Sozioökonomischer und
institutioneller Wandel
durch Technisierung

Schriften aus dem Max-Planck-Institut
für Gesellschaftsforschung

campus

Gesellschaft und die Macht der Technik



Ulrich Dolata, Privatdozent, ist Senior Scientist und stellvertretender Sprecher des artec – Forschungszentrum Nachhaltigkeit an der Universität Bremen sowie Research Affiliate am MPI für Gesellschaftsforschung in Köln. *Raymund Werle* ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am MPI für Gesellschaftsforschung in Köln, Koordinator des Projektbereichs »Wissenschaft, Technik und Innovationssysteme«.

Ulrich Dolata, Raymund Werle (Hg.)

Gesellschaft und die Macht der Technik

Sozioökonomischer und institutioneller Wandel
durch Technisierung

Campus Verlag
Frankfurt/New York

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-593-37992-0

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Copyright © 2007 Campus Verlag GmbH, Frankfurt/Main

Umschlagmotiv: Gebäude des Max-Planck-Instituts für Gesellschaftsforschung in Köln

Layout: Jeanette Störte, Berlin

Druck und Bindung: KM-Druck, Groß-Umstadt

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier.

Printed in Germany

Besuchen Sie uns im Internet: www.campus.de

Inhalt

Vorwort	9
---------	---

Teil I • Theoretische Zugänge

Einführung	13
»Bringing technology back in«: Technik als Einflussfaktor sozioökonomischen und institutionellen Wandels <i>Ulrich Dolata und Raymund Werle</i>	15
Wechselwirkung zwischen Technik und institutionellen Strukturen versus Technologieentwicklung als Institutionalisierungsprozess <i>Gerd Bender</i>	45
Technikdeterminismus oder Sozialdeterminismus: Zeitbezüge und Kausalverhältnisse aus der Sicht des »Technology Assessment« <i>Armin Grunwald</i>	63
Die Verzahnung von technologischen und sozialen Determinismen und die Ambivalenzen von Handlungsträgerschaft im »Constructive Technology Assessment« <i>Arie Rip</i>	83

Teil II • Infrastrukturtechniken

Einführung	107
Der Einfluss von Technik auf Governance-Innovationen: Regulierung zur gemeinsamen Netznutzung in Infrastruktursystemen <i>Jan-Peter Voß und Dierk Bauknecht</i>	109
Die Wechselwirkung technischen und institutionellen Wandels in der Transformation von Energiesystemen <i>Harald Robracher</i>	133
In festen Bahnen: Technologie und Eisenbahnregulierung in Großbritannien und Deutschland <i>Martin Lodge</i>	153

Teil III • Informations- und Kommunikationstechniken

Einführung	177
»Making Moore's Law Affordable«: Modularisierung und vertikale Reintegration in der Chipentwicklung <i>Boy Lütthje</i>	179
Der Einfluss des Internets auf die Rekonfiguration des Systems wissenschaftlichen Publizierens <i>Heidmarie Hanekop und Volker Wittke</i>	201
Demokratische Partizipation im Zeitalter des Internets <i>Jürgen Feick</i>	221
Das Internet und die parteiinterne Demokratie <i>Hans Geser</i>	241

Teil IV • Großanlagen und Low-Tech

Einführung	265
Interaktion, Risiko und Governance in hybriden Systemen <i>Stephan Cramer und Johannes Weyer</i>	267
Analyse eines Technologiesektors: »Low-Technology« <i>Hartmut Hirsch-Kreinsen</i>	287
Autorinnen und Autoren	306

Vorwort

Technik ist in ihren verschiedenen Ausprägungen ein konstitutiver und allgegenwärtiger Bestandteil moderner Gesellschaften. Das Auto beispielsweise prägt nicht nur ihre Verkehrsinfrastrukturen, Mobilitätsmuster und Lebensstile, sondern auch ihre städtische und ländliche Raumordnung. Moderne Informationstechniken prägen soziale Kommunikationszusammenhänge der unterschiedlichsten Art ebenso wie industrielle Produktions- und Vernetzungsstrukturen, die Organisation der staatlichen Verwaltung, die Überwachung und Kontrolle des öffentlichen Lebens oder die Formen der Kriegführung. Ohne den Einsatz avancierter Informations- und Kommunikationstechniken würden globale Finanzmärkte nicht funktionieren. Und ohne funktionierende Energieversorgungssysteme wären ökonomische und soziale Zusammenhänge welcher Art auch immer auf archaische Grundformen zurückgeworfen.

Moderne Gesellschaften werden allerdings nicht nur durch bestehende und funktionierende Techniken wesentlich mitgeprägt. Neue Techniken sind zudem ein wichtiger Einflussfaktor ihres sozioökonomischen und institutionellen Wandels. Neue Informations- und Kommunikationstechniken, das Internet, die Biotechnologie oder die Nanotechnologie, aber auch Umbrüche im Bereich bestehender Energie-, Versorgungs- und Vernetzungstechnologien haben zum Teil beträchtliche sozioökonomische und institutionelle Effekte. Sie tragen beispielsweise zum Wandel von Industrie- und Infrastrukturen bei, verändern Kooperations- und Konkurrenzverhältnisse, eröffnen neue Marktpotenziale, verschieben das Verhältnis von Wirtschaft und Wissenschaft, konstituieren als intelligente oder interaktive Techniken neuartige Beziehungsmuster zwischen Mensch und Technik, beeinflussen Lebensweisen und Konsummuster und erfordern zum Teil neuartige rechtlich-regulative Rahmensetzungen.

Mit dem vorliegenden Buch wird ein Perspektivwechsel in der sozialwissenschaftlichen Technikforschung angeregt. Während die sozialwissenschaftliche Technikforschung in den vergangenen zwei Jahrzehnten die Genese und soziale Entstehung neuer Techniken intensiv erforscht hat, sind deren Rückwirkungen auf die Gesellschaft sowie auf den sozioökonomischen und institutionellen Wandel aus dem Fokus der wissenschaftlichen Aufmerksamkeit geraten. Die

in diesem Band versammelten theoretischen und empirischen Beiträge möchten zur Beseitigung dieses blinden Flecks der Technikforschung beitragen, ohne dem Technikdeterminismus das Wort zu reden.

In den theoretisch-konzeptionellen Beiträgen wird dazu die Rolle von Technik als institutionellem und strukturellem Einflussfaktor des sozioökonomischen und institutionellen Wandels analysiert, Technikentwicklung als Institutionalisierungsprozess interpretiert und das Verhältnis von Technik- und Sozialdeterminismus diskutiert. In den empirischen Kapiteln wird zunächst das Wechselspiel zwischen technischen und institutionellen Veränderungen einerseits und den Beharrungstendenzen etablierter Versorgungs- und Infrastruktursysteme wie Telekommunikation, Energieversorgung und Eisenbahn andererseits in den Blick genommen. Einen weiteren Schwerpunkt bilden die mit modernen Informationstechniken, insbesondere dem Internet einhergehenden strukturellen und institutionellen Effekte. Dazu werden das komplexe Zusammenspiel technischer Veränderungen und organisatorischer Restrukturierungen in der Halbleiterindustrie sowie die Wirkungen des Internets auf das System wissenschaftlichen Publizierens, auf demokratische Partizipationsmöglichkeiten und die parteiinterne Demokratie untersucht. Schließlich werden am Beispiel einer Großanlage Veränderungen der Mensch-Maschine-Interaktion und der Governance in hybriden Systemen sowie Effekte technischer Innovationen in Low-Technology-Sektoren analysiert.

Die Beiträge in diesem Buch gehen auf einen Autoren-Workshop zurück, der unter dem Titel »Bringing technology back in: Technik als Einflussfaktor sozioökonomischen und institutionellen Wandels« am 10. und 11. März 2006 am Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung in Köln stattgefunden hat. Er ist von der Fritz Thyssen Stiftung gefördert worden. Neben den in diesem Band versammelten Autorinnen und Autoren möchten wir den Diskutanten Gotthard Bechmann, Gerhard Fuchs, Renate Mayntz und Martin Meister danken, die die eingereichten Manuskriptentwürfe auf dem Workshop ebenso kritisch wie konstruktiv kommentiert haben.

Unser Dank gilt zudem dem Redaktionsteam des Max-Planck-Instituts und insbesondere Thomas Pott und Jeanette Störtte für die Erstellung der Druckvorlage dieses Bandes.

Köln und Bremen, im März 2007

Ulrich Dolata, Raymund Werle

Teil I
Theoretische Zugänge

Einführung

Die Entgegensetzung von technikdeterministischen und sozialdeterministischen Ansätzen als sich ausschließender Alternativen der Technikforschung ist überholt. Weder untersozialisierte noch übersozialisierte Technikkonzepte werden den aufeinander bezogenen Prozessen der sozialen Entstehung neuer Techniken und ihren damit einhergehenden strukturellen beziehungsweise institutionellen Wirkungen auf soziale Zusammenhänge gerecht. Dieser enge wechselseitige Zusammenhang wird vornehmlich als Koevolution oder auch Ko-Konstruktion von Technik und Gesellschaft bezeichnet. Obgleich diese nicht deterministischen Positionen heute weitgehend geteilt werden, liegt das Hauptaugenmerk der sozialwissenschaftlichen Technikforschung nach wie vor auf der Analyse der sozialen Genese neuer Techniken und der Erklärung des technischen Wandels. Die Untersuchung der gleichzeitig stattfindenden, durch neue Techniken ausgelösten oder mitgeprägten sozioökonomischen, institutionellen oder anderen gesellschaftlichen Veränderungen wird demgegenüber vernachlässigt.

Die in diesem Band versammelten Beiträge analysieren mit unterschiedlicher Akzentuierung solche der Technik beziehungsweise dem technischen Wandel geschuldeten gesellschaftlichen Veränderungen. Theoretische Angebote, wie sich technische und korrespondierende nicht technische Veränderungen konzeptionell fassen lassen, enthalten die vier einleitenden Beiträge.

Ulrich Dolata und Raymund Werle fokussieren ihren Beitrag am stärksten auf den mit technischen Veränderungen einhergehenden sozioökonomischen und institutionellen Wandel. Sie diskutieren zunächst Konzepte, die die gesellschaftliche Bedeutung von Technik als Akteur, Struktur oder Institution thematisieren, und entwickeln daran anschließend eine Konzeption technikbezogenen gesellschaftlichen Wandels, die auf den beiden analytischen Kategorien der technischen Eingriffstiefe und der sozialen Adaptionsefähigkeit basiert. Technische Innovationen entfalten eine umso größere Wirkmächtigkeit, je größer ihre kontextspezifische Eingriffstiefe einerseits und je ausgeprägter die Adaptionsefähigkeit der betroffenen Strukturen, Institutionen und Akteure andererseits ist. Auf dieser Basis werden empirisch vorfindbare Varianten und Verlaufsformen technikbezogenen Wandels herausgearbeitet.

Gerd Bender argumentiert, dass bereits bei der Entwicklung einer Technik mehr oder weniger weitgehend vordefiniert wird, welche sozioökonomischen und institutionellen Konsequenzen sie hat. Technikentwicklung erscheint aus dieser Perspektive als eine spezifische Form der Produktion und Reproduktion von besonderen institutionalisierten Ordnungsstrukturen. Im Zuge ihres Entwicklungsprozesses werden nicht nur technische Konzepte, sondern auch neue institutionelle Konfigurationen erzeugt. Technikentwicklung wird dementsprechend als Institutionalisierungsprozess verstanden, in dessen Verlauf ein spezifisches soziotechnisches Bedingungsgefüge entsteht, das weiteres – auch technisches – Handeln strukturiert, ohne es zu determinieren.

Die beiden anderen Beiträge dieses theoretischen Teils stellen die Frage nach dem Einfluss von Technik aus der Sicht des Technology Assessment, das in seiner gängigen Übersetzung als Technikfolgenabschätzung in gewisser Weise eine technikdeterministische Perspektive suggeriert.

Armin Grunwald diskutiert den Status, die Prämissen und die Konsequenzen von Vorstellungen des Technik- beziehungsweise Sozialdeterminismus. Er begreift beide Determinismen als kontingente soziale Konstruktionen. Sie fließen oft implizit in die Modelle der technischen Entwicklung und ihrer gesellschaftlichen Einbettung ein, auf die die Technikfolgenabschätzung (TA) angewiesen ist. Im Ergebnis bestimmen solche Modelle, was als gestaltbar und was als nicht gestaltbar angenommen wird. Deshalb müssen sie transparent und methodisch präzise sein sowie die Rolle und Perspektive von TA im Gestaltungsprozess reflektieren. Anderenfalls können sie, wenn die Adressaten, die TA ja immer hat, bestimmte Einschätzungen übernehmen, sich selbst erfüllende oder sich selbst zerstörende Konsequenzen haben.

Arie Rip verweist darauf, dass Technik- und Sozialdeterminismen eng miteinander verzahnt sind. In frühen Phasen der Technikgenese prägen eher gesellschaftliche und in späteren Phasen der Stabilisierung neuer Techniken eher technische Determinismen als dominierende Faktoren die soziotechnische Entwicklung. Mit dem Constructive Technology Assessment wird ein Verfahren vorgestellt, das theoretische Einblicke in die Dynamik der Technikentwicklung und ihrer gesellschaftlichen Einbettung ermöglicht und gleichzeitig hilft, in den verschiedenen Phasen spezifische gesellschaftliche Interventionsmöglichkeiten zu identifizieren und zu evaluieren. Dabei wird konzediert, dass technische Irreversibilitäten im Entwicklungsverlauf entstehen. Dieser Umstand kann aber auch genutzt werden, um gewünschte soziotechnische Veränderungen technisch zu verankern. Ein derartiger Gestaltungsprozess ist jedoch mit Dilemmata und Paradoxien konfrontiert. So sind die Akteure selbst immer auch Teil der sich reproduzierenden soziotechnischen Konstellationen, auf die sie Einfluss nehmen wollen.

»Bringing technology back in«: Technik als Einflussfaktor sozioökonomischen und institutionellen Wandels

Ulrich Dolata und Raymund Werle

1 Vom Technik- zum Sozialdeterminismus – und zurück?

Die Verabschiedung vom Technikdeterminismus ausgangs der achtziger Jahre war mit weitreichenden Konsequenzen für die Ausrichtung der sozialwissenschaftlichen Technikforschung verbunden. Technik wurde fortan nicht mehr als autonomes, exogenes und außergesellschaftliches Phänomen betrachtet, dessen Entwicklung technischen Eigendynamiken folgt und das in determinierender Weise strukturierend auf die Gesellschaft einwirkt, sondern endogenisiert und als sozial konstruierbare und entsprechend kontingente Größe begriffen (Lutz 1987; Rammert 1992, 2007: 11–36). Statt der vermeintlich unbeeinflussbaren gesellschaftlichen Folgen neuer Techniken rückte nun deren soziale Genese in den Fokus der Aufmerksamkeit. Technikentwicklung wird seither als sozialer Prozess begriffen, der von gesellschaftlichen Akteuren getragen und von gleichweise ergebnisoffenen sozialen Konstruktions-, Definitions- und Aushandlungsprozessen geprägt wird (Bijker et al. 1987; Bijker/Law 1992).

In der Folgezeit entstand eine Fülle von Fallstudien, in denen die Genese, Diffusion und Etablierung neuer Techniken als von Akteuren getragene soziale Prozesse thematisiert und rekonstruiert (Weingart 1989; Dierkes/Hoffmann 1992; Rammert 1995; Dierkes 1997) oder in denen deren Prägung durch nationale, regionale oder sektorale Innovationssysteme untersucht worden ist (Nelson 1993; Edquist 1997; Malerba 2004). Wahlweise akteurgetragene Aushandlungs- und Schließungsprozesse oder strukturelle, institutionelle und kulturelle Rahmenbedingungen wurden als wesentliche Einflussfaktoren identifiziert, die jeweils spezifische Muster der Technikgenese und distinkte technische Entwicklungspfade ausprägen. Paradigmatische Wendungen haben, auch wenn sie mit einigem Recht vorangetrieben werden, freilich ihren Preis: Mit der Fokussierung auf die sozialen Prägungen von Technik und Technisierungsprozessen haben sich in zum Teil scharfer Abgrenzung vom Technikdeterminismus in relevanten Teilen der Forschung Spielarten eines Sozialdeterminismus etabliert, der die sozioökonomischen und institutionellen Wirkungen von Technik weitgehend aus den Augen verloren hat.

Alte wie neue Techniken sind allerdings nicht nur aus mehr oder minder zielgerichteten Handlungszusammenhängen entstandene soziale Konstruktionen – dies ist lediglich die eine Seite einer Dualität –, sondern zugleich die gesellschaftlichen Strukturen und Institutionen prägende Einflussfaktoren und wesentliche Impulsgeber des sozioökonomischen und institutionellen Wandels. Dieser allgemeine Zusammenhang von technischem, sozioökonomischem und institutionellem Wandel ist mittlerweile vor allem in verschiedenen Konzepten der Koevolution von Technik und Institutionen oder im Rahmen neuerer sozio-technischer Systemansätze durchaus präsent. Sie bearbeiten in unterschiedlicher Weise die Fragestellung,

how technology is shaped by social, economic, and political forces alike; and how, in the same process, technologies and technology systems shape human relations and societies. (Rip/Kemp 1998: 328; auch Kemp/Rip/Schot 2001; Kitschelt 1991; Nelson 1994; Geels 2005)

Ogleich damit grundsätzlich das Wechselverhältnis von Technik und gesellschaftlichen Strukturen und Institutionen in den Blick genommen wird, zielen auch diese Ansätze vornehmlich auf die Untersuchung und Erklärung der Verlaufsformen und Varianten des *technischen Wandels*. Hingegen gibt es bislang kaum empirisch und analytisch fundierte Antworten auf die hier interessierende Frage, welchen sozialen Veränderungs- und Anpassungsdruck neue Techniken im Prozess ihrer Genese, Diffusion und Nutzung erzeugen und wie dieser institutionell verarbeitet wird, wie sich also durch neue technische Möglichkeiten angestoßene Prozesse *sozioökonomischen und institutionellen Wandels* vollziehen und welche typischen Varianten und Verlaufsmuster sie annehmen. Es mangelt sowohl an theoretisch orientierten Konzeptualisierungen als auch an empirischen Fallstudien, die explizit den Einfluss bestimmter Techniken auf soziales Handeln, gesellschaftliche Strukturen und Institutionen untersuchen (Werle 2005).

An diesem blinden Fleck der Technikforschung setzen die folgenden Überlegungen und in unterschiedlicher Weise alle Beiträge dieses Bandes an. Pointiert formuliert geht es darum, die mit technischem Wandel einhergehenden sozioökonomischen und institutionellen Veränderungen zu analysieren und zu erklären. Die den technischen Wandel bewirkenden Faktoren treten dabei zwangsläufig in den Hintergrund, ohne dass dies eine Rückkehr zu technikdeterministischen Ableitungen bedeutet. Technik wird auch hier nicht als eigendeterminiertes Phänomen verstanden, das außerhalb der Gesellschaft steht. Sie ist als Resultat menschlichen Handelns ein soziales Phänomen, was jedoch nicht bedeutet, dass sie sich nicht von anderen sozialen Phänomenen unterscheidet und ihr keine eigenständigen Wirkungen zugerechnet werden können. Diese Wirkungen sind oft nicht eindeutig. Sie werden beeinflusst sowohl von konkreten Akteurstrategien als auch von den institutionellen und strukturellen Kontexten, innerhalb

derer sie entwickelt und genutzt werden. Handlungsmöglichkeiten, sozioökonomische Strukturen und Institutionen werden allerdings umgekehrt auch durch die Eigenheiten bereits etablierter oder neuer Techniken mitgeprägt. Derartige Prägungen entfalten sich in zumeist sektoralen Systemzusammenhängen, die als soziotechnische Systeme, als Technologie-Komplexe (Fleck/Howells 2001) oder neuerdings auch als Hybrid-Systeme bezeichnet werden (Cramer/Weyer in diesem Band; auch Weyer 2006). Damit wird ausgedrückt, dass neben den technischen Artefakten auch Organisationen, Regeln und Gesetze sowie natürliche Ressourcen zu diesen Systemen gehören.

Im Folgenden werden zunächst Konzeptualisierungen vorgestellt und diskutiert, die die gesellschaftliche Bedeutung von Technik als Akteur, Struktur oder Institution thematisieren. Daran anschließend wird die Rolle von Technik als einem wesentlichen Einflussfaktor des sozioökonomischen und institutionellen Wandels in den Blick genommen sowie eine auf den beiden analytischen Kategorien der technischen Eingriffstiefe und sozialen Adaptionsfähigkeit basierende Konzeption technikbezogenen Wandels vorgestellt. Vor diesem Hintergrund werden schließlich unterschiedliche empirisch vorfindbare Varianten und Verlaufsformen technikbezogenen Wandels herausgearbeitet.

2 Technik als Akteur, Struktur und Institution

Zunächst stellt sich die Frage, welche Vorstellungen über die gesellschaftlichen Wirkungsweisen von Technik es gibt. In der Literatur finden sich im Wesentlichen drei Varianten: Technik wird wahlweise als Handlungsträger (Akteur), als Struktur (System) oder als Institution (Regel) verstanden, wobei die Abgrenzungen speziell zwischen den letzten beiden Konzepten nicht besonders trennscharf sind. Während Akteurkonzepte von Technik auf der Mikroebene ansetzen, wird Technik in Struktur- und Institutionenkonzepten eher als Meso- oder Makrophänomen behandelt. Dementsprechend werden auch die Wirkungen von Technik entweder auf der Mikro-, auf der Meso- oder auf der Makroebene lokalisiert. Die uns besonders interessierenden durch neue Techniken vorangetriebenen Prozesse sozioökonomischen und institutionellen Wandels verlaufen auf der Meso- und Makroebene.

Das Konzept der *Technik als Akteur* und die darauf basierenden Studien sind in der Regel auf der Handlungsebene angesiedelt. Es thematisiert Auswirkungen auf der Meso- und Makroebene nicht und soll deshalb hier nur gestreift werden.

Speziell in sozialkonstruktivistisch orientierten Arbeiten und in solchen Studien, die dem Actor-Network-Ansatz verbunden sind, werden technischen Artefakten Akteureigenschaften zugerechnet, selbst wenn man konzediert, dass technische Artefakte »means to achieve human ends«, also in gewisser Weise Instrumente oder Werkzeuge sind (Schulz-Schaeffer et al. 2006: 3). Das Spektrum entsprechender Konzeptualisierungen reicht von einer radikalen Symmetrisierung menschlicher und nicht menschlicher Akteure, wobei deren Einwirkungsmöglichkeiten auf soziale Zusammenhänge gleichrangig behandelt werden (Latour 1995), über die Vorstellung des Mithandelns von Technik oder des Zusammenhandelns der beiden Akteurgruppen (Rammert/Schulz-Schaeffer 2002) bis zu einer Betrachtung von Technik als fiktiven Akteuren (Werle 2002). Dementsprechend uneinheitlich wird das Akteurkonzept verwendet. Besonders im Actor-Network-Ansatz ist es derart weit gefasst, dass in der Tat alle Objekte als Akteure verstanden werden können (vgl. auch Greif 2005: 49–56). So schreibt Bruno Latour in einer Einführung in die Actor-Network-Theorie:

any thing that does modify a state of affairs by making a difference is an actor. ... Thus, the questions to ask about any agent are simply the following: Does it make a difference in the course of some other agent's action or not? (Latour 2005: 71; Hervorhebung der Autoren)

Hier wird auch der Hammer zum Akteur, weil es einen Unterschied macht, ob man einen Nagel mit oder ohne Hammer in die Wand zu schlagen versucht.

Neuere empirische Untersuchungen zu avancierten Informationstechniken fokussieren demgegenüber insbesondere auf Software-Agenten und Roboter. Diese, so wird betont, lassen sich nicht mehr auf eine passive Objektrolle reduzieren, sondern sind aktiv, interaktiv oder intelligent geworden und in ihren Handlungsabläufen nicht mehr gänzlich festgelegt (Rammert 2003; Burkhard 2003; auch Christaller/Wehner 2003) oder erscheinen als Interaktionspartner in *Face-to-Screen*-Situationen (Knorr Cetina/Bruegger 2002). Auch diese Studien bleiben, obwohl hier sogar kollektive Akteure technisch figuriert werden können, auf der Handlungsebene und fragen nicht nach den sozioökonomischen oder institutionellen Effekten der Techniken, die sie untersuchen.

Das Konzept der *Technik als Struktur oder System* befasst sich demgegenüber mit Struktureffekten von Technik auf der Meso- beziehungsweise Makroebene. Seine Kernidee ist, dass einmal geschaffene technische Strukturen oft nur noch schwer änderbar sind und einen über lange Zeit wirksamen und prägenden Einfluss auf soziales Handeln und soziale Strukturen ausüben.

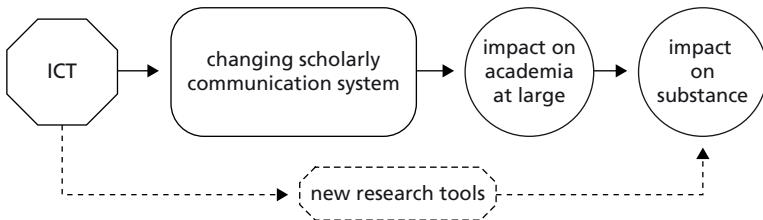
Das Konzept wurde zunächst in der älteren Organisationstheorie, vor allem aber auch in der der materialistischen Theorettradition verbundenen industriesoziologischen Forschung verwendet (Kern/Schumann 1970; Braverman 1977; Perrow 1984). Gern wird in diesem Zusammenhang Langdon Winner

Geschichte von den Brücken des New Yorker Stadtbaumeisters Robert Moses erzählt. Moses hatte die Brücken über die Parkways nach Long Island so niedrig gebaut, dass Autobusse nicht unter ihnen durchfahren konnten. So sollten ärmere Bevölkerungsgruppen, vor allem Farbige, die auf den Bustransport angewiesen waren, von den Stränden Long Islands ferngehalten werden (Winner 1985). Auch wenn die Geschichte, wie sie Winner erzählt hat und wie sie in verschiedenen Varianten nacherzählt wurde, inzwischen als »Stille Post in der Stadt- und Techniksoziologie« entlarvt wurde (Joerges 1999), erscheint sie für das Verständnis von Technik als Struktur recht instruktiv. Ihr Kerngedanke lautet: Mit technischen Arrangements werden bestimmte soziale Effekte auf Dauer gestellt. Winner spricht in diesem Zusammenhang von strukturellen technischen Arrangements als Ordnungsformen, deren politische Wirkungen er identifiziert. Die technischen Strukturen üben Einfluss auf die unterschiedlichsten Lebensbereiche aus – unabhängig davon, ob dies intendiert war oder nicht (Winner 1985). Dabei kann es für die Wirkung von Technik, etwa im Hinblick auf von ihr ausgehende Risiken, einen Unterschied machen, ob die Strukturelemente eng oder lose gekoppelt sind oder ob ihre Funktionszusammenhänge linear oder komplex interaktiv sind (Perrow 1984).

Die prägende Wirkung von Technik auf die Strukturen von Unternehmen und ganzen Sektoren ist ein Thema klassischer, aber auch jüngerer Studien zu netzgebundenen technischen Systemen wie der Eisenbahn, der Elektrizitätsversorgung oder des Telefons (Chandler 1977; Hughes 1983; Smith 1985; Mayntz/Hughes 1988). Für sie gilt nicht nur die generelle Feststellung, diese Systeme seien »both socially constructed and society shaping« (Hughes 1987: 51). Vielmehr wird auch gezeigt, dass neben unternehmensstrategischen Aspekten vor allem spezifische, mit einer großflächigen Ausdehnung der Systeme verbundene technische Erfordernisse (zum Beispiel die Kompatibilität der Komponenten oder der hohe Kapital- und Organisationsaufwand) die Entstehung hierarchischer Großorganisationen und sektoraler Monopole begünstigt haben (Schmidt/Werle 1998). Große technische Systeme steigern die »funktionelle Interdependenz« und stabilisieren in der Regel hierarchische institutionelle Koordinationsformen (Mayntz 1993).

Mit Blick auf solche Phänomene sind auch Konzepte wie *momentum* (Hughes 1983) und *lock-in* (Arthur 1989; David 1992) entstanden. Auch sie verweisen darauf, dass wahrgenommene technische Notwendigkeiten zusammen mit gesellschaftlichen Wohlfahrts-, Nützlichkeits- und Wünschbarkeitsvorstellungen sektorale soziotechnische Strukturen geformt und stabilisiert haben, die sich ohne durchgreifende technische Innovationen kaum mehr ändern lassen (Lodge, Voß/Bauknecht in diesem Band). Technische Innovationen als solche lösen zwar nicht zwangsläufig Veränderungen sektoraler Strukturen aus, schaffen aber

Abbildung 1 Grundmodell des Einflusses von ICT auf den Wissenschaftsbetrieb (*impact model*)



Quelle: Nentwich (2003: 30).

Opportunitäten für Wandel, die es ohne sie nicht gegeben hätte (Rohracher in diesem Band; Schneider 2001; Dolata 2003). Sie erzeugen einen zum Teil erheblichen sozioökonomischen und institutionellen Veränderungsdruck, der in der Regel nicht wirkungslos bleibt. So haben auf der Mikro- und Optoelektronik aufsetzende technologische Umbrüche eine durchgreifende Dezentralisierung und Liberalisierung des Telekommunikationssektors ermöglicht, die ohne diese technischen Innovationen kaum denkbar gewesen wäre. Das Internet bietet aufgrund seiner Struktureigentümlichkeit als lose gekoppeltes global integriertes technisches Kommunikationsnetz eine Plattform für vielfältige kommerzielle und nicht kommerzielle Angebote, die teils in Kooperation, teils im Wettbewerb großer und kleiner Anbieter entstehen und sich oftmals hierarchischen Koordinations- und Kontrolleingriffen auf nationaler, aber auch supranationaler Ebene entziehen (Schneider/Werle 2007).

Die Konzeptionen von Technik als Struktur verweisen damit auf technisch geprägte Möglichkeitsräume (Opportunitätsstrukturen). Während etablierte Techniken zur Verfestigung handlungsregelnder soziotechnischer Strukturen beitragen, die nicht ignoriert oder hintergangen werden können, entstehen mit neuen Techniken neue *sozial konstruierte* Handlungsmöglichkeiten und gesellschaftliche Entwicklungskorridore mit unterschiedlich attraktiven Optionen. In einem Basismodell, das den Ausgangspunkt einer differenzierten empirischen Analyse der Auswirkungen neuer Informations- und Kommunikationstechniken (ICT) auf die Wissenschaft bildet, skizziert Michael Nentwich (2003) solche Wirkungszusammenhänge (Abbildung 1). In erster Linie verändern ICT das soziotechnische System wissenschaftlicher Kommunikation. Das hat Auswirkungen auf dessen Prozesse, Strukturen und Produkte, speziell auf die Publikationsmodelle des akademischen Wissenschaftsbetriebs (auch Hanekop/Wittke in diesem Band). ICT stellen aber auch neue Instrumente und Werkzeuge – spe-

ziell der Bearbeitung und Verarbeitung von Informationen – für die Forschung bereit, die gemeinsam mit den neuen Kommunikationsmöglichkeiten Auswirkungen auch auf die Substanz der Forschung, ihrer Arbeitsformen, Methodologie und Präsentation haben (Nentwich 2003).

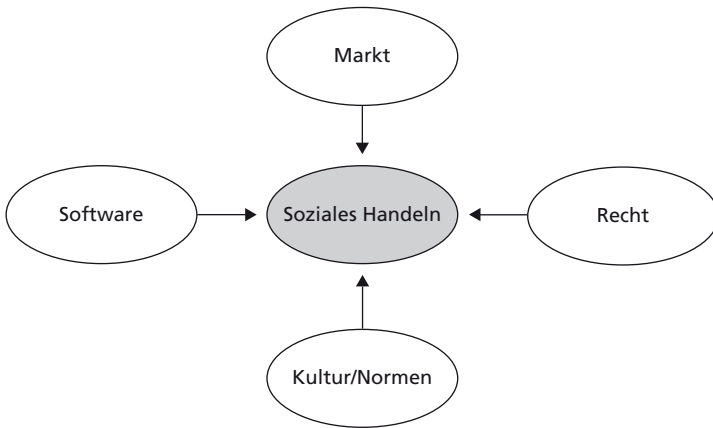
In diesem Sinne entfaltet Technik als Opportunitätsstruktur – Werner Rammert (2007) bezeichnet sie als Technostruktur der Gesellschaft – über Akteurhandeln vermittelte strukturierende Wirkungen. Dies sind keine zwangsläufigen, allein durch die Technik getriebenen Prozesse. Auch sind sie zumindest eine zeitlang ergebnisoffen. Dennoch sind die der Technik als Opportunitätsstruktur zuzurechnenden Konsequenzen unübersehbar.

Das Konzept der *Technik als Institution* schließlich betont ihre regelbasierte, das individuelle und kollektive Verhalten steuernde Wirkung. So binden technisch strukturierte Prozesse der Arbeitsteilung die Arbeitskräfte in einen bestimmten Produktionsrhythmus ein (zum Beispiel Fließband), haben aber auch Konsequenzen für die Struktur von Organisationen und Sektoren.

In der Perspektive von Technik als Institution erscheinen sich herausbildende technische Herrschafts- und Kontrollverhältnisse nicht nur in der Fabrik (Beniger 1986) im Extremfall als nicht hinterfragbare Sachzwänge, die ebenso sehr normativer wie struktureller Natur sein können (Nye 2006: 18–31). Auch Autoren, die die Unterschiede zwischen Technik und Institution hervorheben, konzedieren deren funktionale Ähnlichkeit (Bender in diesem Band). Schneider und Mayntz (1995: 111), die mit Verweis auf Gehlen argumentieren, dass sowohl Institutionen wie auch Technik »voraussehbares Verhalten möglich machen«, betonen gleichzeitig die Unterschiede zwischen »technischen und sozialen Artefakten«. Dabei rechnen sie der Technik eine effektivere Programmierung des Verhaltens zu als sozialen Institutionen (ebd.: 112).

Die analytische Behandlung von Technik als Institution bietet sich besonders an, wenn man den Blick auf technische Normen beziehungsweise Standards richtet. Man kann mit Joerges (1989: 252) solche Normen zwar als »Verhaltensanweisungen an Geräte« betrachten, und natürlich handelt es sich um technische Regeln. Ähnlich wie Handbücher und Gebrauchsanweisungen regeln sie aber im Grunde nicht die Funktionsweise der Technik, sondern den Umgang mit ihr (Schmidt/Werle 1998: 108–120). Wer Standards nicht einhält, muss mit Funktionsproblemen der Technik rechnen. In solchen Fällen kann die »Bestrafung« technischer Regelverletzungen wirksamer als die soziale Sanktionierung von abweichendem Verhalten sein. Hierauf verweist auch Lessig (1999), der mit Blick auf die intelligente Informationstechnik und das Internet behauptet: »Code is Law«. Diese berühmte gewordene Metapher, welche die Software, die das Internet und dessen Nutzung steuert, mit dem Recht gleichsetzt, soll auch zum Ausdruck bringen, dass die steuernde Wirkung der Technik über den Kreis

Abbildung 2 Einflussfaktoren sozialen Handelns



Quelle: nach Lessig (1999).

ihrer unmittelbaren Nutzer hinaus reicht (Lessig 1999; auch Shapiro 1999). Damit stellt Lessig Software auf eine Stufe nicht nur mit dem Recht, sondern auch mit sozialen Regelsystemen wie Normen und Märkten (Abbildung 2).

In der Tat sind technische Verschlüsselungs- und Authentifizierungsprozeduren oder auch digitale Signaturen ähnlich wirksam in Bezug auf die Herstellung von Berechenbarkeit und Vertrauen im Geschäftsverkehr wie konventionelle vertragsrechtliche Bedingungen und Vereinbarungen, die aufgrund von alternativen technischen Lösungen auch obsolet werden können. Andererseits zeigt die Einführung der elektronischen Unterschrift in Deutschland, dass technische Innovationen sowohl aufgegriffen als auch gefördert wurden durch ein im klassischen parlamentarischen Verfahren beschlossenes Signaturgesetz, das wiederum eine Voraussetzung für die Entstehung einer die innovativen Techniken nutzenden Zertifizierungsinfrastruktur bildete (Hutter 2001).

3 Technik als Einflussfaktor sozioökonomischen und institutionellen Wandels

Als Strukturen und Institutionen, so unser Technikverständnis, konstituieren etablierte Techniken beziehungsweise technische Systeme Handlungskorridore, die von den Akteuren nicht einfach ignoriert werden können. Zugleich prägen technische Systeme distinkte, nicht beliebig variierbare industrielle, politische und gesellschaftliche Muster ihrer Organisation und Reproduktion, Regulierung und Nutzung.

So lassen sich zum Beispiel kapital- und organisationsintensive Großtechniken (etwa im Luft- und Raumfahrtbereich) auch heute nicht derart dezentral und marktförmig entwickeln, organisieren und nutzen wie kleinformatige und anwendungsoffene neue Querschnittstechnologien (zum Beispiel die Biotechnologie). Der Dezentralisierung und Liberalisierung großer technischer Infrastruktursysteme wie der Energieversorgung oder der Telekommunikation waren bis in die achtziger Jahre enge, vor allem technisch bedingte Grenzen gesetzt. In Bereichen, die durch neue wissenschaftliche Technikfelder geprägt werden (zum Beispiel die Pharmaindustrie) sind enge akademisch-industrielle Interaktionsbeziehungen typisch. Dies gilt hingegen nicht für Sektoren wie den Maschinenbau, der wesentlich auf anwendungsorientiertem Wissen basiert. Auch Branchen wie die Möbelindustrie, die Haushaltsgeräte- oder Papierindustrie, aber auch Teile der Metall- und Kunststoffindustrie sind in erheblichem Umfang technisch geprägt, weisen aber eine stark anwendungsorientierte Wissensbasis auf (Hirsch-Kreinsen in diesem Band). Sektoren schließlich, in denen individuell verwendbare Alltagstechniken entwickelt und hergestellt werden (zum Beispiel Unterhaltungselektronik oder Kommunikationstechnik) werden in starkem Maße durch die technischen Nutzungsmuster und Modezyklen des privaten Konsums mitgeprägt.

Das technologische Profil eines Bereichs oder Sektors trägt also, ähnlich wie gefestigte soziale Strukturen und Institutionen auch, zur Ausprägung distinkter Handlungsorientierungen, Organisationsmuster und Regulierungserfordernisse bei und präformiert beziehungsweise begrenzt die Wahlmöglichkeiten der involvierten Akteure zwischen grundsätzlich denkbaren Gestaltungsoptionen und -alternativen. Freeman und Perez (1988) bezeichnen dies als *match*: Soziotechnische Systeme müssen sich demnach durch Kompatibilität zwischen den Eigenheiten der vorhandenen Techniken, den sozioökonomischen Strukturen und den Institutionen eines Sektors auszeichnen, wenn sie funktionieren sollen. Herbert Kitschelt (1991: 468) betrachtet diesen *match* als ein Effizienzerfordernis: »Industrial sectors, identified by core technologies, efficiently operate only if governance structures match technological constraints.« Und auch Renate

Mayntz weist in ihren Arbeiten zu großen technischen Systemen auf die starke Abhängigkeit der sich herausbildenden Strukturen und Institutionen von den jeweils vorhandenen technischen (System-)Eigenschaften hin. Mit Blick auf die Etablierung und Funktionsweise ausgedehnter, sachtechnisch weiträumig verknüpfter Energieversorgungs-, Verkehrs- und Kommunikationssysteme betont sie, dass dort

die Technik in einem sehr konkreten Sinn *systembildend* gewirkt hat. Diese spezifisch technische Fundierung prägt unmittelbar die sozialstrukturelle Beschaffenheit, die Binnenstruktur der modernen Infrastruktursysteme, die eng mit der Verwendung ganz bestimmter technischer Verfahren und Artefakte zusammenhängt. (Mayntz 1993: 101)

Auch wenn die Systemeffizienz einen Bezugspunkt der Überlegungen einzelner Autoren bildet, gehen sie allerdings nicht davon aus, dass die Technik die Entwicklung eines Sektors jeweils in eine technisch oder ökonomisch besonders effiziente Richtung lenkt. Es sind im Prinzip immer verschiedene Entwicklungen möglich, was mit dem Konzept des *match* durchaus vereinbar ist. Es impliziert die Vorstellung eines Prozesses wechselseitiger Anpassung der Techniken, sozioökonomischen Strukturen und Institutionen eines Sektors.

Der Einfluss neuer Techniken auf bestehende sozioökonomische und institutionelle Strukturen lässt sich in einer ersten Annäherung identifizieren, wenn man die Folgen technischer Innovationen untersucht. Solche Neuerungen können inkrementeller oder radikaler Art sein. Während inkrementelle, aber auch vereinzelte radikale Innovationen in aller Regel ohne größere sozioökonomische und institutionelle Anpassungsleistungen in bereits bestehende Kontexte integrierbar sind und den vorhandenen soziotechnischen *match* nicht grundsätzlich infrage stellen, geraten die spezifischen, oft über Jahrzehnte eingespielten Zusammenhänge zwischen den etablierten technologischen Profilen und den darauf bezogenen Strukturen, Institutionen, Akteurkonstellationen und Handlungsorientierungen in Zeiten größerer und radikaler technischer Umbrüche ins Wanken. Grundlegend neue, aber auch substanzielle Weiterentwicklungen vorhandener Techniken lösen zum Teil weitreichende sozioökonomische und institutionelle Anpassungsprozesse aus und werden somit zu eigenständigen Impulsgebern des Wandels, der sich auf verschiedenen korrespondierenden Ebenen empirisch identifizieren lässt.

Er wird *erstens* auf der *Ebene der kollektiven Wahrnehmung und kognitiven Verarbeitung* neuer technischer Möglichkeiten sichtbar. Die Genese grundlegend neuer, aber auch substanzielle Weiterentwicklungen bestehender Techniken stimulieren sowohl den Aufbau von zum Teil großen Erwartungen, Versprechen und Visionen über deren künftige Verwendbarkeit wie auch erste, nicht selten kontroverse Vorstellungen über die zu ihrer Entwicklung und Nutzung möglichen

beziehungsweise notwendig erscheinenden strukturellen und institutionellen Anpassungen. Sie werden im Prozess der weiteren technischen Entwicklung verfeinert, oft auch revidiert oder erneuert und verstetigen sich mit der Zeit zu neuen handlungsprägenden Antizipationen, verdichten sich zu Leitbildern und schlagen sich in entsprechenden strategischen Reorientierungen nieder (van Lente/Rip 1998; Bender; Rip; Grunwald in diesem Band). Der durch die Gentechnik ausgelöste Wandel von der chemischen zur biotechnologischen Ausrichtung in der Pharmaindustrie ist ein instruktives Beispiel für die einer neuen Technik geschuldete sukzessive Veränderung von kollektiven Wahrnehmungen und Lektorientierungen, die zum Teil mit gravierenden organisatorischen, strukturellen und institutionellen Veränderungen einhergehen und mit der Zeit neue Sets von Handlungsbedingungen konstituieren (Dolata 2003: 155–174).

Zweitens schlägt sich der Einfluss neuer Techniken auf der *Ebene der Akteure und Interaktionsmuster* nieder. Substanzuelle technische Veränderungen setzen saturierte Akteure unter Druck, ihre Handlungsorientierungen, strategischen Ausrichtungen und Organisationsmuster zu überdenken und neu zu justieren. Darüber hinaus eröffnen sie oft auch Spielräume für die Etablierung neuer Akteure und tragen damit zur Veränderung bestehender Akteurkonstellationen, Kooperations- und Konkurrenzmuster, Machtstrukturen und Interessengruppen bei. So hat schon in den achtziger Jahren die Digitalisierung der Telekommunikationsnetze neue Akteure in diesen Sektor gelockt und auf diese Weise dazu beigetragen, dass festgefügte monopolistische Strukturen aufgebrochen wurden (Werle 2001). Auch der durch Digitalisierung, Datenkomprimierung und das Internet ausgelöste Umbruch des Musik- und Mediensektors (Leyshon 2005; Benkler 2006: 383–459), die durch das Internet angestoßene Rekonfiguration des Systems wissenschaftlichen Publizierens (Nentwich 2003; Hanekop/Wittke in diesem Band) oder die der anhaltend hohen Innovationsdynamik geschuldete permanente Neujustierung der Akteure, Organisations-, Kooperations- und Konkurrenzbeziehungen in der Halbleiterindustrie (Lüthje in diesem Band) lassen sich dazu beispielhaft anführen.

Mit dem Aufkommen grundlegend neuer technischer Möglichkeiten oder substanzieller Weiterentwicklungen bestehender Techniken gehen schließlich *drittens* zum Teil weitreichende Neujustierungen auf der *Ebene sozioökonomischer Strukturen und Institutionen* einher. Sie machen Anpassungen regulativer Rahmenbedingungen erforderlich, die sich zum Beispiel als Etablierung eines eigenständigen Gentechnikrechts, als Anpassung urheberrechtlicher Bestimmungen an die Bedingungen der Digitalisierung und des Internets oder als Durchsetzung neuer allgemeingültiger Normen und Standards konkretisieren. Des Weiteren tragen sie zur Veränderung von Märkten, Marktbeziehungen und Nachfragemustern bei oder stimulieren die Herausbildung neuartiger Formen kooperativen

Austauschs in der Wirtschaft beziehungsweise zwischen Industrie und Wissenschaft (Heinze 2006 für die Nanotechnologie). Zudem stellen sie oft die Funktionsfähigkeit bestehender (sektoraler) System-, Industrie- und Organisationsstrukturen grundlegend infrage und erzwingen einschneidende strukturelle oder institutionelle Anpassungen (wie etwa im Musik- und Mediensektor). Darüber hinaus bilden sie die technische Grundlage politischer Deregulierung und Liberalisierung (etwa im Telekommunikationssektor) oder der Globalisierung der Finanzmärkte, die ohne die Nutzung avancierter Informations- und Kommunikationstechniken nicht möglich gewesen wäre.

Freeman und Perez bezeichnen einschneidende soziotechnische Umbruchsituationen als *periods of mismatch*: als Phasen der Suche nach, des Experimentierens mit und der interessegeleiteten Auseinandersetzung um neue Strukturen und institutionelle Arrangements, welche zu den neuen Techniken passen.

Social and institutional changes are necessary to bring about a better »match« between the new technology and the system of social management of the economy – or »regime of regulation«. (Freeman/Perez 1988: 38; ähnlich auch Rip/Kemp 1998; Kemp/Rip/Schot 2001)

Das *Match/Mismatch*-Konzept lässt sich auf drei Kerngedanken zusammenziehen. *Erstens* lassen sich neue technische Möglichkeiten je radikaler sie sind, desto weniger noch im Rahmen etablierter Organisationsmuster, Strukturen und Institutionen verarbeiten und nutzen. Dies löst *zweitens* Anpassungskrisen (*major structural crisis of adjustment*) aus, die durch Suchprozesse nach neuen technikadäquaten, effizienten und kompatiblen Organisationsmustern, Strukturen und institutionellen Arrangements geprägt werden. Im Ergebnis kommt es schließlich *drittens* zu einer neuen Gleichgewichtssituation, zu einem neuen und funktionierenden *match* zwischen Technik, Strukturen und Institutionen. Dieser *match* kommt, wie bereits angedeutet, jedoch nicht durch bloß einseitige Anpassung der nicht technischen Elemente eines soziotechnischen Systems an die Technik zustande, sondern auch die Technik wird angepasst. So stellt Carlota Perez (2002: 22) klar:

Societies are profoundly shaken and shaped by each technological revolution and, in turn, the technological potential is shaped and steered as a result of intense social, political and ideological confrontations and compromises.

Die an Freeman und Perez orientierte Stilisierung soziotechnischer Transformation bildet einen wichtigen Ausgangspunkt der Untersuchung technikbezogenen sozialen Wandels, ist allerdings in mehrerlei Hinsicht unbefriedigend und ergänzungsbedürftig. Das Konzept bezieht sich vornehmlich auf die Ebene des technikbezogenen Wandels von Wirtschaftssystemen und Gesellschaften und ist in dieser Form auch zum Leitkonzept von Manuel Castells (1996) Analyse des

Aufstiegs der Netzwerkgesellschaft geworden. Differenzierende bereichs- beziehungsweise sektorspezifische Wirkungen neuer Techniken geraten dadurch aus dem Blick. Darüber hinaus teilt es ein Problem mit den eher programmatischen Ansätze einer Koevolution von Technik und Institutionen (Nelson 1994; zusammenfassend Geels 2004): Es bleibt vage in seinen Aussagen zu den mit der Entwicklung neuer Techniken verbundenen Mustern, Varianten und Verlaufsformen sozioökonomischer und institutioneller Restrukturierungsprozesse.

4 Technische Eingriffstiefe, soziale Adaptionfähigkeit und Varianten soziotechnischen Wandels

Der Einfluss neuer Techniken auf den sozioökonomischen und institutionellen Wandel macht sich, folgt man dem *Match/Mismatch*-Konzept, als Veränderungs- und Anpassungsdruck auf bestehende Strukturen, Institutionen und Handlungsorientierungen bemerkbar. Wenn der Blick auf die Mesoebene einzelner Anwendungsbereiche oder Wirtschaftssektoren gerichtet wird, dann zeigt sich schnell, dass dieser Druck bereichs- beziehungsweise sektorspezifisch stark variiert (Dolata 2007).

In sektoraler Perspektive können strukturelle und institutionelle Veränderungen durch neue Techniken angestoßen werden, die *sektorintern* sowohl entwickelt als auch genutzt werden. Das Zusammenspiel von technischem, sozioökonomischem und institutionellem Wandel, das in den vergangenen zwanzig Jahren beispielsweise zu einer umfangreichen Restrukturierung und Neuausrichtung des Pharmasektors auf die Gentechnik geführt hat, ist in derartigen Fällen ein wesentlich sektorimmanentes Phänomen der Entwicklung, Nutzung und Institutionalisierung neuer Techniken. Sektorale Veränderungsimpulse und neue Handlungserfordernisse können allerdings auch aus dem Zusammenspiel oder der Kombination *sektorintern* und *sektorextern* entwickelter Techniken entstehen. Dies ist zum Beispiel für den derzeitigen Wandel von Energiesystemen typisch. Er wird geprägt sowohl durch die Entwicklung dezentral und flexibel einsetzbarer Energieerzeugungstechniken wie auch durch neue Informations- und Kommunikationstechniken, die die Möglichkeiten des Managements komplexer und verteilter Systeme nachhaltig erweitern (Rohracher in diesem Band). In derartigen Fällen sind nicht einzelne neue Techniken oder Verfahren, sondern neuartige, auf verschiedene Techniken verteilte Konstellationen wesentliche Impulsgeber des sektoralen Wandels. Schließlich können auch wesentlich *sektorextern* entstandene technische Möglichkeiten in den Rang neuer Basistechnologien

nologien hineinwachsen, deren Nutzung für die künftige Reproduktion eines Sektors konstitutiv ist und die dadurch zu zentralen Impulsgebern sektoraler Restrukturierung werden. Der durch Digitalisierung, Datenkomprimierungstechniken und das Internet angestoßene Umbruch der Musikindustrie bietet ein typisches Beispiel für einen durch das Auseinanderfallen von Entstehungs- und Verwendungszusammenhang neuer Techniken ausgelösten Prozess. Es zeigt auch, dass neue technische Möglichkeiten bisweilen wie ein exogener Schock auf einen Sektor und seine Akteure wirken.

Insbesondere neue Querschnittstechniken und hier vor allem universell, wirtschafts- beziehungsweise gesellschaftsweit nutzbare neue Informations- und Kommunikationstechniken sind oft außerhalb der sie nutzenden Sektoren entstanden und entwickelt worden – und haben für die verschiedenen Anwendungsgebiete oder Wirtschaftssektoren sehr spezifische und unterschiedlich weitreichende sozioökonomische und institutionelle Implikationen. Charakteristisch für derartige Querschnittstechniken (*general purpose technologies*) ist ihre vielseitige Einsetzbarkeit, die sich aber in der Regel nur realisieren lässt, wenn komplementäre anwendungsnahe und funktionspezifische Techniken erfunden beziehungsweise entwickelt worden sind (Goldfarb 2005). Die Effekte der Querschnittstechniken werden also in starkem Maße durch sektorspezifische *co-inventions* geprägt (Greenstein/Prince 2006). Es sind damit häufig die Benutzer der Technik – sowohl Unternehmen als auch private Konsumenten –, die mit ihrer erfinderischen und eigenwilligen Nutzung mitbestimmen, wie groß der technische Veränderungsdruck wird (Rohracher 2005).

Dieselbe Querschnittstechnik kann im einen Anwendungsbereich einen unmittelbar wirkenden, einschneidenden und dessen bisherige Funktionsweise insgesamt berührenden Veränderungsdruck auf die dort bestehenden Strukturen, Institutionen und Akteure ausüben, während sie in einem anderen Anwendungsfeld eher mittelbare und funktional-unterstützende Wirkungen entfaltet, die die dort etablierten Strukturen, Institutionen und Akteuren nicht grundsätzlich infrage stellen oder in größerem Umfang herausfordern (auch Geser in diesem Band). Der durch die Digitalisierung und das Internet ausgelöste Veränderungs- und Anpassungsdruck ist beispielsweise im Musik- und Mediensektor oder im Bereich wissenschaftlichen Publizierens weit größer als etwa in der Automobilindustrie (BRIE-IGCC E-conomy Project 2001; Dolata 2005; Hanekop/Wittke in diesem Band). Ähnliches gilt für die sehr verschiedenen (potenziellen) sektoralen Implikationen der Nanotechnologie (Heinze 2006).

Wir bezeichnen die (potenzielle) sektorale Wirkmächtigkeit neuer Techniken als *kontextspezifische Eingriffstiefe*. Diese bestimmt sich sowohl aus den Merkmalen der Technik, um die es geht, als auch aus der strukturellen und institutionellen Beschaffenheit des Sektors oder Anwendungsbereichs, auf den die Technik

trifft. Dementsprechend variiert sie danach, in welchem Ausmaß neue Techniken

- das bestehende technologische Profil eines Sektors verändern, vorhandene Wissensgrundlagen und Kompetenzen erweitern oder zerstören;
- die bestehenden Forschungs- und Entwicklungs-, Produktions-, Distributions- und Marktbedingungen beeinflussen;
- das Entstehen neuer Akteure begünstigen, die etablierten Akteure unter Anpassungsdruck setzen und die typischen Akteurkonfigurationen verschieben;
- neue Formen kooperativer Interaktion und Konkurrenz ermöglichen oder erzwingen;
- organisatorische und institutionelle Neujustierungen (zum Beispiel in Gestalt rechtlich-regulativer Rahmensetzungen oder in Form veränderter Leitorientierungen) anstoßen; sowie
- die bisherigen Grenzen eines Sektors öffnen beziehungsweise erweitern und eine stärkere Interpenetration verschiedener Sektoren auslösen.

Je relevanter neue Techniken für die Reproduktion eines Technik herstellenden oder anwendenden Sektors werden und je weniger sie im Rahmen der dort etablierten Strukturen und Institutionen noch verarbeitet werden können, desto größer ist deren kontextspezifische Eingriffstiefe und desto intensiver wird der sektorale Anpassungs- und Veränderungsdruck, den sie auf die bestehenden Strukturen, Institutionen und Handlungsorientierungen ausüben. Er löst dort Irritationen aus und erhöht die Handlungsunsicherheit, stößt Suchprozesse nach strukturellen, institutionellen und organisatorischen Neujustierungen an und zwingt die involvierten Akteure zu außergewöhnlichem Handeln jenseits bestehender Leitorientierungen, Regeln, Normen und Routinen.

Er provoziert jedoch keineswegs – dies wäre ein technikdeterministischer Kurzschluss – eindeutige Reaktionen und konkretisiert sich auch nicht in alternativen sozioökonomischen und institutionellen Restrukturierungen. Wie mit dem Anpassungs- und Veränderungsdruck, der sich mit dem Aufkommen neuer Techniken aufbaut, umgegangen wird und auf welche Weise er sich in strukturellen und institutionellen Neujustierungen niederschlägt – dies sind genuin akteurabhängige Such- und Selektionsvorgänge, die durch die jeweils vorhandenen sozioökonomischen Strukturen und Institutionen gerahmt und geprägt werden. Wir nennen dies *bereichsspezifische Adaptionsfähigkeit* und meinen damit den Grad der Offenheit der Kernstrukturen, -institutionen und -akteure eines Sektors für die Antizipation, Aufnahme und Verarbeitung neuer technischer Möglichkeiten jenseits der dort etablierten soziotechnischen Entwicklungspfade.

Wenn die konkreten Varianten soziotechnischen Wandels aufgespürt und typisiert werden sollen, dann sind dementsprechend die Wechselwirkungen

zwischen dem spezifischen technischen Anpassungs- beziehungsweise Veränderungsdruck und den ebenso spezifischen sozialen Aufnahme- und Verarbeitungsmustern dieses Drucks in den Blick zu nehmen: *Eingriffstiefe trifft auf Adaptionsfähigkeit.*

Eine erste und keineswegs untypische Variante soziotechnischen Wandels zeichnet sich durch eine *geringe Adaptionsfähigkeit* des Sektors und seiner Kernakteure aus: Die Potenziale und Effekte neuer technischer Möglichkeiten, die nicht in das etablierte soziotechnische Profil eines Sektors oder Anwendungsbereichs passen, werden dort zunächst unterschätzt und erst spät wahrgenommen. Die Unterschätzung der weiteren Computerentwicklung hin zu PCs durch IBM Ende der siebziger Jahre (Ichbiah/Knepper 1991) gehört ebenso dazu wie der zögerliche Umgang der deutschen Chemie- und Pharmaindustrie mit der Gentechnik in der ersten Hälfte der achtziger Jahre (Dolata 1996) oder die anfängliche Ignoranz der Musikindustrie gegenüber der Internet-Herausforderung in der jüngsten Vergangenheit (Schaaf/Hofmann 2003).

Die bestehenden sozioökonomischen Kernstrukturen und Institutionen, die solche Sektoren charakterisieren und deren Funktionsfähigkeit über längere Zeiträume garantiert haben, erweisen sich unter dem Druck neuer technischer Möglichkeiten, die nicht ins vorhandene System passen, nicht nur als zunehmend dysfunktional, sondern zugleich als veränderungsresistent. Sie verfügen über keine oder nur schwach ausgeprägte strukturelle und institutionelle Frühwarnmechanismen, Such- und Spielräume, über die sich technische Umbrüche und der sich mit ihnen aufbauende Veränderungsdruck zeitig wahrnehmen und verarbeiten ließen. Die Kernakteure solcher Sektoren richten sich in ihrem strategischen Verhalten stark an den bereits bestehenden Strukturen, Regeln und Leitvorstellungen aus, sind in ihren Handlungsorientierungen durch die erfolgreiche Vergangenheit geprägt und beginnen sich in der Regel erst vor dem Hintergrund eines massiven und unabweisbaren Veränderungsdrucks in größerem Umfang strategisch neu zu positionieren, wenn es ihnen aufgrund ihrer Machtposition nicht gelingt, den technischen Wandel zu blockieren.

Dies lässt sich als *transformationsresistente sektorale Pfadabhängigkeit* bezeichnen, bei der es weder auf der System- noch auf der Akteurebene ausgeprägte Transformationsmechanismen gibt, durch die soziotechnische Pfadabweichungen oder -wechsel begünstigt würden. Die Stabilitätsneigung solcher Sektoren ist hoch und gerade deshalb anfällig für einschneidende und krisenhafte Transformationen (Beyer 2006). Der sektorale Wandel ist in derartigen Fällen kein gerichteter und von den Kernakteuren kontrollierter Prozess, sondern vollzieht sich in Form krisenhafter Erneuerungen, die maßgeblich von sektorexternen oder sich an den Rändern des Sektors aufbauenden Dynamiken und Akteuren

angestoßen und geprägt werden: Von technischen Veränderungen, die nicht im Zentrum des sektoralen Systems entstanden sind, seine bisherige Funktionsfähigkeit aber gleichwohl infrage stellen, von neuen Akteuren an der Peripherie des Systems, die als erste die neuen Techniken nutzen und kommerzialisieren, oder von mächtigen externen Akteuren, die mit eigenen Expansionsstrategien in den Sektor eindringen. Während die saturierten Kernakteure in derartigen Fällen eine geringe Adaptionsfähigkeit aufweisen, zeichnen sich andere, nicht etablierte Akteure durch eine hohe Sensibilität und Aufnahmebereitschaft gegenüber den neuen technischen Möglichkeiten aus und werden zu wesentlichen Treibern des Wandels.

Eine zweite Variante sektoralen Wandels lässt sich nicht als geringe, sondern als *dysfunktionale Adaptionsfähigkeit* charakterisieren. Martin Lodge zeigt in seinem Beitrag zur Eisenbahnregulierung, dass dieser Sektor vor allem in Großbritannien, dort maßgeblich angestoßen durch politische Liberalisierungs- und Deregulierungsaktivitäten in den vergangenen zwei Jahrzehnten, radikal restrukturiert und privatisiert worden ist, ohne dass dies mit ähnlich umfangreichen Veränderungen der technischen Basis dieses großen technischen Systems einhergegangen wäre. Nicht gravierende technische Veränderungen waren in diesem Fall der Auslöser für einschneidende strukturelle und institutionelle Veränderungen des Sektors. Vielmehr wurden andernorts (etwa im Telekommunikationssektor) erfolgreiche Deregulierungs- und Privatisierungsmodelle auf den Bahnsektor übertragen. Gleichwohl spielt auch in diesem Fall maßgeblich politisch motivierten sektoralen Wandels die Technik eine wesentliche Rolle: als resistente Technik, die sich gegen weitreichende organisatorische, institutionelle und strukturelle Veränderungen sperrt und in der Konsequenz eine tiefe Regulierungs- und Modernisierungskrise des britischen Bahnsystems ausgelöst hat. Die radikale Dezentralisierung und Privatisierung des Bahnsystems passt als Organisationsform nicht zum Profil des Sektors, das sich nach wie vor als komplex strukturiertes, kapital- und organisationsintensives großtechnisches Infrastruktursystem charakterisieren lässt (auch Voß/Bauknecht in diesem Band). Derartige Fälle sektoralen Wandels lassen sich als *dysfunktionale Pfadabweichung* beschreiben: Hier gerät einschneidender struktureller und institutioneller Wandel in Konflikt mit den vorhandenen technischen Grundlagen des Sektors.

Bestehende Sektoren und ihre Kernakteure können sich schließlich auch, dies zeichnet die dritte typische Variante soziotechnischen Wandels aus, durch eine *hohe Adaptionsfähigkeit* auszeichnen. Ihre strukturelle, institutionelle und kognitive Offenheit eröffnet Spiel- und Suchräume und begünstigt eine frühe Wahrnehmung, Verarbeitung und Integration neuer technischer Möglichkeiten. In den Strukturen und Institutionen dieser Sektoren sind starke Transforma-

tionsmechanismen eingelagert und die Kernakteure zeichnen sich durch eine frühe Aufgeschlossenheit und Sensibilität auch gegenüber pfadabweichenden neuen technischen Möglichkeiten aus.

Die sektorale Adaptionsfähigkeit wird in derartigen Fällen *zum einen* durch eine hohe Antizipationsfähigkeit und Aufnahmebereitschaft neuer technischer Möglichkeiten durch die etablierten Kernakteure des Sektors begünstigt. Das schnelle Aufgreifen und Implementieren neuer Techniken durch etablierte Akteure kann im Rahmen einer von ihnen ohnehin gewünschten und aktiv betriebenen Systemmodernisierung beziehungsweise -transformation erfolgen. Die Einführung und Nutzung neuer Informations- und Kommunikationstechniken im Banken- und Finanzdienstleistungssektor (Strange 1998: 22–42; Mayer 1998) ist dafür ein ebenso typischer Fall wie die durch die großen Hersteller und Systemzulieferer vorangetriebene Integration internetbasierter Technologien in die Geschäftspraktiken und Kooperationsbeziehungen des Automobilssektors (e-business watch 2005). Eine frühe Aufnahmebereitschaft für neue Techniken kann aber auch durch eine ausgeprägte Sensibilität der etablierten Akteure für die damit perspektivisch einhergehenden sozioökonomischen und institutionellen Transformationen gefördert werden. Sie sehen ihre führende Position und Kontrolle des Sektors durch neue Akteure, die ins System drängen (könnten) und damit einhergehende Veränderungen in den Wettbewerbs- und Konkurrenzsituationen als bedroht an, reagieren darauf aber nicht mit Blockadehaltungen, sondern entwickeln eigene Technisierungsstrategien. Die frühe Wahrnehmung sowohl der technischen Möglichkeiten als auch der potenziellen sozioökonomischen Wirkungen des Internets durch die etablierten wissenschaftlichen Verlage und deren aktiv betriebene Migration ins Web ist ein solcher Fall. Anders als die Musikkonzerne haben sie sehr früh die Internetherausforderung angenommen und sind (bislang) trotz der wachsenden Konkurrenz durch alternative und nicht kommerzielle Open-Access-Publikationsmodelle zentrale Mitspieler und -gestalter der Restrukturierung des Sektors geblieben (Hanekop/Wittke in diesem Band).

Die sektorale Adaptionsfähigkeit wird *zum anderen* – und oft parallel zur Antizipationsfähigkeit der Kernakteure – durch transformationsoffene beziehungsweise -stimulierende Strukturen und Institutionen erhöht. Dies gilt etwa für die Nutzung und Kommerzialisierung der Biotechnologie durch den US-amerikanischen Pharmasektor. Eine bis in die vierziger Jahre zurückreichende Tradition der staatlichen Förderung biomedizinischer Grundlagenforschung, die bereits aus der Computer- und Informationstechnik bekannte Tradition von Start-up-Firmen und Risikokapitalmärkten, ausgeprägte akademisch-industrielle Technologietransfermechanismen, die unternehmerische Mentalität führender Wissenschaftler sowie die bereits Ende der siebziger Jahre beginnende Herausbildung

von Biotechnologieregionen nach dem Vorbild des Silicon Valley haben dort – anders als etwa in Deutschland – strukturelle und institutionelle Voraussetzungen für eine frühe Einfassung des neuen Technikfeldes in den Pharmasektor und dessen schnelle Kommerzialisierung geschaffen (Henderson/Orsenigo/Pisano 1999). Während in diesem Fall die Gesamtheit struktureller und institutioneller Voraussetzungen – sowohl auf der sektoralen wie auf der nationalen Ebene – günstige Bedingungen für die Adaption eines neuen Technikgebietes geschaffen haben, ist es in anderen Fällen vor allem eine hohe und anhaltende technische Innovationsdynamik und ökonomische Wettbewerbsintensität, die die Adaptionfähigkeit erhöht. Sie eröffnet immer wieder *first mover advantages*, die von nonkonformen und risikobereiten Akteuren genutzt werden können und zwingt alle Akteure zur permanenten Überprüfung und Neujustierung ihrer Strategien, Organisationsstrukturen, interorganisatorischen Beziehungen und institutionellen Arrangements. Durch die Innovationstätigkeit angestoßener sozioökonomischer und institutioneller Wandel ist in solchen Umgebungen, wie sie Boy Lühje in diesem Band etwa für die Halbleiterindustrie beschreibt, kein außergewöhnliches Phänomen, sondern wird als permanente Herausforderung wahrgenommen.

Dies lässt sich schließlich als *transformationsoffene sektorale Pfadabhängigkeit* bezeichnen. Sektoren mit einer hohen Adaptionfähigkeit zeichnen sich dadurch aus, dass die bestehenden Kernakteure, Strukturen und Institutionen nicht nur deren Kontinuität und Stabilitätsneigung stützen, sondern zugleich mit starken und verallgemeinerbaren Transformationsmechanismen ausgestattet sind, die auch pfadabweichenden sektoralen Wandel erleichtern. Dies erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass der sich mit der Entwicklung neuer technischer Möglichkeiten aufbauende Anpassungs- und Veränderungsdruck das System und seine Akteure nicht überrascht, sondern dort früh wahrgenommen und aktiv verarbeitet wird. Konfliktfrei und harmonisch verläuft der technikbezogene sektorale Wandel auch in solchen Fällen allerdings nicht. Er wird vielmehr geprägt durch eine hohe Innovations- und Wettbewerbsintensität, ist durchsetzt von scharfen Machtauseinandersetzungen und Domänenkämpfen zwischen etablierten und neuen Akteuren und wirkt hochselektiv. Er verändert in zum Teil gravierender Weise die Konkurrenzkonstellationen und Akteurkonfigurationen, die den Sektor bis dahin geprägt haben.

Mit Hilfe der aufeinander bezogenen Kategorien der kontextspezifischen Eingriffstiefe neuer Techniken und der bereichsspezifischen sozialen Adaptionfähigkeit lässt sich also technikbezogener Wandel als iteratives Zusammenspiel technischer Dynamiken mit ihren sich sukzessive aufbauenden, immer kontextbezogenen Anwendungspotenzialen und Wirkungen und den damit einhergehenden bereichsspezifischen Strukturierungs- und Institutionalisierungspro-

zessen präzisieren. Auf diese Weise werden Typisierungen unterschiedlicher empirisch aufspürbarer Varianten soziotechnischen Wandels unterhalb der sehr allgemeinen und programmatischen Vorstellungen einer Koevolution von Technik und Institutionen möglich.

5 Verlaufsmuster soziotechnischen Wandels: Permanente Readjustierung und graduelle Transformationen

Betrachtet man die realen Verläufe soziotechnischen Wandels, dann zeigt sich überdies, dass ihnen mit dichotomen Typisierungen, die lediglich zwischen langen Perioden struktureller beziehungsweise institutioneller Stabilität und seltenen, durch exogene Schocks ausgelösten, ebenso radikalen wie abrupten Umbrüchen unterscheiden, nicht beizukommen ist. Derartige Vorstellungen von Phasen lang anhaltender Kontinuität, die periodisch unterbrochen werden von radikalen Umbrüchen, sind weit verbreitet in institutionalistischen Konzepten und Pfadabhängigkeitskonzepten (Freeman/Louçã 2002). Deren Kernaussage lautet: »Path-dependent equilibrium is periodically ruptured by radical change, making for sudden bends in the path of history« (Pempel 1998: 3; Krasner 1988; kritisch dazu Thelen 2003; Beyer 2006). Damit werden die Hürden für institutionellen und strukturellen Wandel sehr hoch gehängt. Unterhalb radikaler Umbrüche gibt es im Grunde nur Kontinuität. Prozesse kumulativen graduellen Wandels sind so nicht abbildbar und erklärbar. Wolfgang Streeck und Kathleen Thelen rücken demgegenüber mit ihrer Typologie gradueller Transformationen das weite Zwischenfeld zwischen institutioneller Stabilität einerseits und radikalen Systembrüchen andererseits ins Zentrum der Aufmerksamkeit. Sie betonen, dass sich Prozesse des Wandels in unterschiedlicher Form konkretisieren, aber in aller Regel inkrementeller Natur sind. Erst über einen längeren Zeitraum beobachtet zeigt sich, dass »incremental change« schließlich »transformative results« hervorgebracht hat (Streeck/Thelen 2005: 9; Thelen 2003; vgl. auch Werle 2007).

Diese Vorstellung gradueller und in ihrer Kumulation durchaus substanzieller Transformationen ist auch für die beschriebenen Varianten technikbezogenen Wandels weithin typisch. Auch gravierender soziotechnischer Wandel vollzieht sich in aller Regel nicht in Form schneller und radikaler Brüche, sondern über eine Vielzahl gradueller Transformationsschritte, durch die sich die Organisationen, Strukturen und Institutionen der Gesellschaft im Allgemeinen oder eines Sektors im Besonderen sukzessive verändern.

Größere technische Umbrüche zeichnen sich zwar immer durch historisch identifizierbare Entwicklungssprünge aus – etwa durch den Wechsel von Groß- zu Mikrocomputern Ende der siebziger Jahre, durch die Digitalisierung von Telekommunikationsinfrastrukturen in der ersten Hälfte der achtziger Jahre, durch den Durchbruch gentechnischer Methoden und Verfahren in der zweiten Hälfte der siebziger Jahre oder durch den Aufschwung des World Wide Web und des Internets als neues Informations- und Kommunikationsmedium seit der zweiten Hälfte der neunziger Jahre. Derartige Umbrüche münden allerdings nicht in kurzen Fristen in neue und stabile technische Entwicklungspfade. Typisch für neue wissenschaftsbasierte Querschnittstechniken wie die Biotechnologie oder die Nanotechnologie, aber auch für *general purpose technologies* wie die Informations- und Kommunikationstechnik sind vielmehr ihre anhaltende technische Dynamik, Zweckoffenheit und vielseitige Verwendbarkeit, was ihnen ein fluides Profil verleiht: Sie sind nicht einmal fertig und einsatzbereit, sondern werden über längere Zeiträume durch nicht selten überraschende und zum Teil gravierende neue Entwicklungen und Anwendungen geprägt. Unterhalb allgemeiner paradigmatischer Charakterisierungen – der Digitalisierung und Miniaturisierung im Fall von Informations- und Kommunikationstechniken oder der gezielten Rekombination von Naturprozessen in der Biotechnologie – zeichnen sich diese Technikfelder nicht durch frühe und einmalige Schließungsvorgänge aus, die einen neuen und stabilen technischen Standard und Entwicklungspfad konstituieren, sondern durch anhaltende Dynamiken, neue Öffnungen, Revisionen und auch überraschende Sackgassen verbunden mit auf sie bezogenen euphorischen Erwartungen und tiefen Depressionen (Rip in diesem Band).

Technische *lock-ins* und Pfadabhängigkeiten sind unter diesen Bedingungen alles andere als dauerhaft und irreversibel. »QWERTY«, also die Entwicklung eines zwar suboptimalen, gleichwohl jedoch über alle technischen Weiterentwicklungen erhabenen und über einen langen Zeitraum stabilen Standards für Schreibmaschinentastaturen (David 1985) hat als viel zitiertes Paradigma und Modellvorstellung einer lang anhaltenden technischen Pfadabhängigkeit zwar nicht ausgedient – Microsofts Windows kann hier als prominentes Beispiel angeführt werden –, aber doch an Erklärungswert verloren. Wesentlich typischer sind heute temporäre *lock-ins*, die in schneller Folge durch die technische Entwicklung wieder aufgebrochen und durch neue ersetzt werden (Beyer 2006). Schon die Rekonfiguration bekannter technischer Komponenten kann zu völlig neuen Systemarchitekturen führen, die einen ähnlich starken organisatorischen und sozioökonomischen Veränderungsdruck ausüben wie externe Schocks (Henderson/Clark 1990).

Endogene inkrementelle Veränderungen im Gefolge größerer technischer Umbrüche sind also nicht die Ausnahme, sondern die Regel, wie die in diesem

Band versammelten Aufsätze zeigen. Die permanente Weiterentwicklung neuer Techniken setzt die davon berührten Bereiche und ihre Akteure nicht bloß einmalig und schockartig, sondern kontinuierlich unter Druck, ihre Strukturen, Institutionen und Handlungsorientierungen an die neuen Möglichkeiten und Erfordernisse anzupassen. Nicht alle Organisationen sind hierzu in der Lage, insbesondere wenn sie sich über längere Zeiträume in sehr stabilen strukturellen und institutionellen Kontexten bewegt haben. Dies gilt für IBM und viele amerikanische und europäische Firmen der Computerindustrie, die weltweit (staats-) monopolistisch organisierte Telekommunikationsbranche, den chemisch ausgerichteten Pharmasektor oder die oligopolistisch strukturierte Musikindustrie. Auch wenn einige Organisationen nach viele Jahre dauernden und immer noch anhaltenden Umstrukturierungen überlebt haben, sind viele verschwunden und neue Unternehmen entstanden. Insgesamt ist aber auch hier der sozioökonomische und institutionelle Wandel nicht in kurzen Fristen verlaufen, und er war auch nicht geprägt durch die Sprengung, den Zusammenbruch oder einen radikalen Austausch der bestehenden Strukturen, Institutionen und Akteure.

Auch die durch größere technische Veränderungen ausgelösten *periods of mismatch* lassen sich also, anknüpfend an die Arbeiten von Streeck und Thelen, als *graduelle Transformationsverläufe* präzisieren: Soziotechnischer Wandel konkretisiert sich als vielschrittiger und langgestreckter Prozess organisatorischer, struktureller und institutioneller Neujustierungen im weiten Zwischenbereich zwischen pfadgeprägten Kontinuitäten und radikalen Brüchen. Typisch für technikbezogenen Wandel unter den Bedingungen einer anhaltend hohen Innovationsdynamik sind längere Phasen der Diskontinuität, die sich durch eine Vielzahl gradueller Transformationen auszeichnen, in denen sich organisatorische, strukturelle und institutionelle Grundlagen sukzessive erneuern – und zwar nicht notwendigerweise nur zyklisch und in die Richtung neuer dominanter Designs, wie dies evolutionäre Entwicklungsmodelle nahelegen (Anderson/Tushman 1990; Tushman/Rosenkopf 1992). Auch neue Designs werden, dies zeigt etwa Lüthje in seinem Beitrag, durch die anhaltende technische Innovationsdynamik immer wieder erneut auf den Prüfstand gestellt. Am »Ende« eines solchen mehrere Jahrzehnte umspannenden soziotechnischen Readjustierungsprozesses können die technischen, strukturellen und institutionellen Veränderungen außerordentlich sein – allerdings nicht als Ergebnis eines einmaligen und radikalen Bruchs, sondern als Resultat langgestreckter, uneindeutiger und fehlerbehafteter soziotechnischer Such-, Selektions- und Readjustierungsvorgänge. Wie sie konkret verlaufen, hängt nicht nur von der Entwicklung neuer Techniken mit bereichsspezifischen Eingriffstiefen, sondern auch von der Adaptionsfähigkeit der betroffenen Sektoren, ihrer Strukturen, Institutionen und Kernakteure ab.

6 Gesellschaft und die Macht der Technik

Man muss kein Technikdeterminist sein, wenn man der Technik eine prominente Rolle für die Konstitution moderner Gesellschaften und in Prozessen sozioökonomischen und institutionellen Wandels zuschreibt. Technik ist ein integraler Bestandteil moderner Gesellschaften, deren Struktur und Dynamik maßgeblich durch immer tiefer greifende Technisierungsprozesse mitgeprägt wird. Technisierungsprozesse tragen zur Veränderung von Organisationsmustern und interorganisatorischen Beziehungen bei, eröffnen Spielräume für neue Akteure, konstituieren neue Marktsegmente und Konkurrenzkonstellationen, erfordern zum Teil weitreichende Nejustierungen politisch-regulativer Rahmensetzungen, modifizieren Lebensstile und Konsummuster und provozieren nicht selten scharf geführte gesellschaftliche Diskurse und Technikkontroversen.

Um den Einfluss von Technik auf gesellschaftliche Zusammenhänge und im Prozess sozioökonomischen und institutionellen Wandels – also auf der gesellschaftlichen Meso- und Makroebene – zu spezifizieren, ist es zweckmäßig, sie entweder als (soziotechnische) Struktur oder als Institution zu konzeptualisieren. Strukturen wie Institutionen beeinflussen und koordinieren, wenn auch in unterschiedlicher Weise, soziales Handeln. Sie sind freilich weder einfach da noch Ursprung des Handelns, sondern werden durch interessegeleitete Aktivitäten permanent reproduziert, reinterpretiert und neujustiert. Auch die Wirkungen von Technik entfalten sich akteurvermittelt. Neue Techniken wirken, ähnlich wie soziale Institutionen und Strukturen auch, als kontingente Ergebnisse akteurgetragener sozialer Prozesse zugleich in Form neuer Handlungsmöglichkeiten oder -zwänge restrukturierend auf soziale Zusammenhänge zurück. Über die Ressourcen, Interessen, Wertvorstellungen und Situationsdefinitionen der im weiteren Sinne die Technik erzeugenden, regulierenden und nutzenden individuellen, kollektiven und korporativen Akteure wird Technik gehärtet und entfaltet ihre strukturelle und institutionelle Wirkungsmacht.

Dies ist kein linearer Prozess, in dem zuerst eine neue Technik sozial konstruiert, geformt und gehärtet wird, um dann determinierend beziehungsweise verändernd auf gesellschaftliche Handlungsbedingungen einzuwirken. Erst über eine Vielzahl verschiedener Technisierungsprojekte und selektierender Teilschließungen stabilisieren sich neue und funktionierende Produktions- und Nutzungsmuster und verfestigen sich neue soziotechnische Konstellationen. Und selbst bei diesen *lock-ins* handelt es sich vor dem Hintergrund einer seit den siebziger Jahren anhaltend hohen Innovationsdynamik oft um labile und temporäre Verfestigungen, die immer wieder durch neue Öffnungen und Alternativen, überraschende technische Sackgassen oder Durchbrüche, aber auch etwa durch eigenwillige Nutzungsmuster infrage gestellt werden können.

Hinzu kommt, dass sich die Frage nach der Bedeutung einer neuen Technik für den sozioökonomischen und institutionellen Wandel nicht generalisierend beantworten lässt. Auch gesellschaftsweit verwendbare neue Querschnittstechnologien haben spezifische Wirkungen und entfalten einen unterschiedlich ausgeprägten Anpassungs- und Veränderungsdruck auf verschiedene Anwendungsbereiche und Wirtschaftssektoren. Wir haben dies als kontextspezifische Eingriffstiefe neuer Techniken bezeichnet. Zudem kann auch die Wahrnehmung und Verarbeitung dieses Drucks durch die jeweils etablierten sozioökonomischen Strukturen, Institutionen und Akteure, die wir bereichsspezifische Adaptionfähigkeit nennen, sehr unterschiedlich ausfallen und reicht von krisenhaften Reaktionen auf bis zur antizipativen Integration von neuen technischen Herausforderungen. Dementsprechend variieren der Einfluss neuer Techniken auf den sozioökonomischen und institutionellen Wandel und die konkreten bereichs- beziehungsweise sektorspezifischen Transformationsmuster stark und lassen sich nur über differenzierende Typisierungen angemessen abbilden. Diese Perspektive auf die Technik und ihre Macht ist weder untersozialisiert (technikdeterministisch) noch übersozialisiert (sozialdeterministisch).

Literatur

- Anderson, Philip/Michael L. Tushman, 1990: Technological Discontinuities and Dominant Designs: A Cyclical Model of Technological Change. In: *Administrative Science Quarterly* 35, 604–633.
- Arthur, Brian W., 1989: Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-in by Historical Events. In: *The Economic Journal* 99, 116–131.
- Beniger, James R., 1986: *The Control Revolution*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Benkler, Yochai, 2006: *The Wealth of Networks: How Social Production Transforms Markets and Freedom*. New Haven: Yale University Press.
- Beyer, Jürgen, 2006: *Pfadabhängigkeit: Über institutionelle Kontinuität, anfällige Stabilität und fundamentalen Wandel*. Frankfurt a.M.: Campus
- Bijker, Wiebe E./John Law (Hrsg.), 1992: *Shaping Technology/Building Society – Studies in Sociotechnical Change*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Bijker, Wiebe E./Thomas P. Hughes/Trevor J. Pinch (Hrsg.), 1987: *The Social Construction of Technological Systems*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Bravermann, Harry, 1977: *Die Arbeit im modernen Produktionsprozess*. Frankfurt a.M.: Campus.
- BRIE-IGCC (Hrsg.), 2001: *Tracking a Transformation: E-Commerce and the Terms of Competition in Industries*. Washington, D.C.: Brookings Institution Press.
- Burkhard, Hans-Dieter, 2003: Autonome Agenten und Roboter. In: Thomas Christaller/Josef Wehner (Hrsg.), *Autonome Maschinen*. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag, 160–185.

- Castells, Manuel, 1996: *The Information Age: Economy, Society and Culture I: The Rise of the Network Society*. Oxford: Blackwell.
- Chandler, Alfred D., Jr., 1977: *The Visible Hand: The Managerial Revolution in American Business*. Cambridge: The Belknap Press.
- Christaller, Thomas/Josef Wehner, 2003: Autonomie der Maschinen: Einführung in die Diskussion. In: Thomas Christaller/Josef Wehner (Hrsg.), *Autonome Maschinen*. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag, 9–35.
- David, Paul A., 1985: Clio and the Economics of QWERTY. In: *American Economic Review* 75, 332–337.
- , 1992: Heroes, Herds and Hysteresis in Technological History: Thomas Edison and the Battle of the Systems: Reconsidered. In: *Industrial and Corporate Change* 1, 129–180.
- Dierkes, Meinolf (Hrsg.), 1997: *Technikgenese: Befunde aus einem Forschungsprogramm*. Berlin: edition sigma.
- Dierkes, Meinolf/Ute Hoffmann (Hrsg.), 1992: *New Technology at the Outset: Social Forces in the Shaping of Technological Innovations*. Frankfurt a.M.: Campus.
- Dolata, Ulrich, 1996: *Politische Ökonomie der Gentechnik. Konzernstrategien, Forschungsprogramme, Technologiewettläufe*. Berlin: edition sigma.
- , 2003: *Unternehmen Technik. Akteure, Interaktionsmuster und strukturelle Kontexte der Technikentwicklung: ein Theorierahmen*. Berlin: edition sigma.
- , 2005: Eine Internetökonomie? In: *WSI-Mitteilungen* 1, 11–17.
- , 2007: *Technik und sektoraler Wandel. Technologische Eingriffstiefe, sektorale Adaptionsfähigkeit und sozio-technische Transformationsmuster*. Discussion Paper 07/3. Köln: Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung. <www.mpifg.de/pu/mpifg_dp/dp07-3.pdf>
- e-business watch (Hrsg.), 2005: *ICT and Electronic Business in the Automotive Industry: ICT Adoption and E-Business Activity in 2005*. Brussels: European Commission.
- Edquist, Charles (Hrsg.), 1997: *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. London: Pinter.
- Fleck, James/John Howells, 2001: Technology, the Technology Complex and the Paradox of Technological Determinism. In: *Technology Analysis & Strategic Management* 13, 523–531.
- Freeman, Christopher/Francisco Louçã, 2002: *As Time Goes By: From the Industrial Revolutions to the Information Revolution*. Oxford: Oxford University Press.
- Freeman, Christopher/Carlota Perez, 1988: Structural Crises of Adjustment, Business Cycles and Investment Behaviour. In: Giovanni Dosi et al. (Hrsg.), *Technical Change and Economic Theory*. London: Pinter, 38–66.
- Geels, Frank W., 2004: From Sectoral Systems of Innovation to Socio-technical Systems: Insights about Dynamics and Change from Sociology and Institutional Theory. In: *Research Policy* 33, 897–920.
- , 2005: *Technological Transitions and System Innovations: A Co-Evolutionary and Socio-Technical Analysis*. Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- Goldfarb, Brent, 2005: Diffusion of General-Purpose Technologies: Understanding Patterns in the Electrification of US Manufacturing 1880–1930. In: *Industrial and Corporate Change* 14, 745–773.
- Greenstein, Shane M./Jeffrey Prince, 2006: *The Diffusion of the Internet and the Geography of the Digital Divide in the United States*. NBER Working Paper No. W12182. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research. <<http://ssrn.com/abstract=900088>>

- Greif, Hajo, 2005: *Wer spricht im Parlament der Dinge? Über die Idee einer nicht-menschlichen Handlungsfähigkeit*. Paderborn: mentis.
- Heinze, Thomas, 2006: *Die Kopplung von Wissenschaft und Wirtschaft: Das Beispiel der Nanotechnologie*. Frankfurt a.M.: Campus.
- Henderson, Rebecca M./Kim B. Clark, 1990: Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms. In: *Administrative Science Quarterly* 35, 9–30.
- Henderson, Rebecca/Luigi Orsenigo/Gary P. Pisano, 1999: *The Pharmaceutical Industry and the Revolution in Molecular Biology: Interactions Among Scientific, Institutional and Organizational Change*. In: David C. Mowery/Richard R. Nelson (Hrsg.), *Sources of Industrial Leadership, Studies of Seven Industries*. Cambridge: Cambridge University Press, 267–311.
- Hughes, Thomas P., 1983: *Networks of Power: Electrification in Western Society 1880–1930*. Baltimore: J. Hopkins University Press.
- , 1987: The Evolution of Large Technological Systems. In: Wiebe E. Bijker/Thomas P. Hughes/Trevor J. Pinch (Hrsg.), *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*. Cambridge, MA: The MIT Press, 51–82.
- Hutter, Michael, 2001: Efficiency, Viability, and the New Rules of the Internet. In: *European Journal of Law and Economics* 11, 5–22.
- Ichbiah, Daniel/Susan L. Knepper, 1991: *The Making of Microsoft*. Rockland, CA: Prima Publishing.
- Joerges, Bernward, 1989: Technische Normen – Soziale Normen? In: *Soziale Welt* 40, 242–258.
- , 1999: Die Brücken des Robert Moses: Stille Post in der Stadt- und Techniksoziologie. In: *Leviathan* 27, 43–63.
- Kemp, René/Arie Rip/Johan Schot, 2001: Constructing Transition Paths through the Management of Niches. In: Raghu Garud/Peter Karnøe (Hrsg.), *Path Dependence and Creation*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 269–299.
- Kern, Horst/Michael Schumann, 1970: *Industriearbeit und Arbeiterbewußtsein*. Frankfurt a.M.: Europäische Verlagsanstalt.
- Kitschelt, Herbert, 1991: Industrial Governance Structures. Innovation Strategies and the Case of Japan: Sectoral or Cross-National Comparative Analysis? In: *International Organization* 45(4), 453–493.
- Knorr Cetina, Karin/Urs Bruegger, 2002: Global Microstructures: The Virtual Societies of Financial Markets. In: *American Journal of Sociology* 107, 905–950.
- Krasner, Stephen D., 1988: Sovereignty: An Institutional Perspective. In: *Comparative Political Studies* 21, 66–94.
- Latour, Bruno, 1995: Mixing Humans and Nonhumans Together: The Sociology of a Door-Closer. In: Susan Leigh Star (Hrsg.), *Ecologies of Knowledge: Work and Politics in Science and Technology*. New York: State University of New York Press, 257–277.
- , 2005: *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford: University Press.
- Lente, Harro van/Arie Rip, 1998: The Rise of Membrane Technology: From Rhetorics to Social Reality. In: *Social Studies of Science* 28, 221–254.
- Lessig, Lawrence, 1999: *CODE and Other Laws of Cyberspace*. New York: Basic Books.

- Leyschon, Andrew, 2005: Die Musikwirtschaft nach der Einführung des Internet. In: Albert Scharenberg/Ingo Bader (Hrsg.), *Der Sound der Stadt: Musikindustrie und Subkultur in Berlin*. Münster: Westfälisches Dampfboot, 39–63.
- Lutz, Burkart, 1987: Das Ende des Technikdeterminismus und die Folgen: Soziologische Technikforschung vor neuen Aufgaben und Problemen. In: Burkart Lutz (Hrsg.), *Technik und sozialer Wandel. Verhandlungen des 23. Deutschen Soziologentages in Hamburg 1986*. Frankfurt a.M.: Campus, 34–52.
- Malerba, Franco (Hrsg.), 2004: *Sectoral Systems of Innovation: Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Mayer, Martin, 1998: *The Bankers: The Next Generation. The New Worlds of Money, Credit and Banking in an Electronic Age*. New York: Plume (Penguin Group).
- Mayntz, Renate, 1993: Große technische Systeme und ihre gesellschaftstheoretische Bedeutung. In: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 45, 97–108.
- Mayntz, Renate/Thomas P. Hughes (Hrsg.), 1988: *The Development of Large Technological Systems*. Frankfurt a.M.: Campus.
- Nelson, Richard R. (Hrsg.), 1993: *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press.
- , 1994: The Coevolution of Technologies and Institutions. In: Richard W. England (Hrsg.), *Evolutionary Concepts in Contemporary Economics*. Ann Arbor: University of Michigan Press, 139–156.
- Nentwich, Michael, 2003: *Cyberscience: Research in the Age of the Internet*. Vienna: Austrian Academy of Sciences Press.
- Nye, David E., 2006: *Technology Matters: Questions to Live With*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Pempel, T.J., 1998: *Regime Shift: Comparative Dynamics of the Japanese Political Economy*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Perez, Carlota, 2002: *Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Perrow, Charles, 1984: *Normal Accidents, Living with High-Risk Technologies*. New York: Basic Books.
- Rammert, Werner, 1992: Wer oder was steuert den technischen Fortschritt? Technischer Wandel zwischen Steuerung und Evolution. In: *Soziale Welt* 43, 7–25.
- , 1995: Regeln der technikgenetischen Methode: Die soziale Konstruktion der Technik und ihre evolutionäre Dynamik. In: Jost Halfmann/Gotthard Bechmann/Werner Rammert (Hrsg.), *Theoriebausteine der Techniksoziologie* (Technik und Gesellschaft, Jahrbuch 8). Frankfurt a.M.: Campus, 13–30.
- , 2003: Technik in Aktion: Verteiltes Handeln in soziotechnischen Konstellationen. In: Thomas Christaller/Josef Wehner (Hrsg.), *Autonome Maschinen*. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag, 289–315.
- , 2007: *Technik – Handeln – Wissen*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Rammert, Werner/Ingo Schulz-Schaeffer, 2002: Technik und Handeln: Wenn soziales Handeln sich auf menschliches Verhalten und technische Abläufe verteilt. In: Werner Rammert/Ingo Schulz-Schaeffer (Hrsg.), *Können Maschinen handeln? Soziologische Beiträge zum Verhältnis von Mensch und Technik*. Frankfurt a.M.: Campus, 11–64.

- Rip, Arie/René Kemp, 1998: Technological Change. In: Steve Rayner/Elizabeth L. Malone (Hrsg.), *Human Choice and Climate Change. Two: Resources and Technology*. Columbus/Ohio: Batelle Press, 327–399.
- Rohracher, Harald (Hrsg.), 2005: *User Involvement in Innovation Processes: Strategies and Limitations from a Socio-technical Perspective*. München: Profil.
- Schaaf, Jürgen/Jan Hofmann, 2003: Copyright reloaded: Vom Versuch, Technologie vor sich selbst zu schützen. In: Deutsche Bank Research (Hrsg.), *E-Economics* 41, 1–15. Frankfurt a.M.: Deutsche Bank Research.
- Schmidt, Susanne K./Raymund Werle, 1998: *Coordinating Technology: Studies in the International Standardization of Telecommunications*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Schneider, Volker, 2001: *Die Transformation der Telekommunikation: Vom Staatsmonopol zum globalen Markt (1800–2000)*. Frankfurt a.M.: Campus.
- Schneider, Volker/Renate Mayntz, 1995: Akteurzentrierter Institutionalismus in der Technikforschung. Fragestellungen und Erklärungsansätze. In: Jost Halfmann/Gotthard Bechmann/Werner Rammert (Hrsg.), *Theoriebausteine der Techniksoziologie* (Technik und Gesellschaft, Jahrbuch 8). Frankfurt a.M.: Campus, 107–130.
- Schneider, Volker/Raymund Werle, 2007: Telecommunications Policy. In: Paolo Graziano/Maarten P. Vink (Hrsg.), *Europeanization: New Research Agendas*. Houndsmills: Palgrave Macmillan, 266–280.
- Schulz-Schaeffer, Ingo, et al., 2006: Introduction: What Comes after Constructivism in Science and Technology Studies? In: *Science, Technology & Innovation Studies*, Special issue 1/2006, 1–9. <www.sti-studies.de/articles/special-01/Introduction-STI-Studies-SpecialIssue1-2006.pdf>
- Shapiro, Andrew L., 1999: *The Control Revolution: How the Internet is Putting Individuals in Charge and Changing the World We Know*. New York: PublicAffairs.
- Smith, George D., 1985: *The Anatomy of Business Strategy: Bell, Western Electric, and the Origins of the American Telephone Industry*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Strange, Susan, 1998: *Mad Money: When Markets Outgrow Governments*. Ann Arbor, MI: The University of Michigan Press.
- Streeck, Wolfgang/Kathleen Thelen, 2005: Introduction: Institutional Change in Advanced Political Economies. In: Wolfgang Streeck/Kathleen Thelen (Hrsg.), *Beyond Continuity: Institutional Change in Advanced Political Economies*. Oxford: Oxford University Press, 208–240.
- Thelen, Kathleen, 2003: How Institutions Evolve: Insights From Comparative Historical Analysis. In: James Mahoney/Dietrich Rueschemeyer (Hrsg.), *Comparative Historical Analysis in the Social Sciences*. Cambridge: Cambridge University Press, 208–240.
- Tushman, Michael L./Lori Rosenkopf, 1992: Organizational Determinants of Technological Change: Toward a Sociology of Technological Evolution. In: *Research in Organizational Behavior* 14, 311–347.
- Weingart, Peter (Hrsg.), 1989: *Technik als sozialer Prozess*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Werle, Raymund, 2001: Liberalisierung und politische Techniksteuerung. In: Georg Simonis/Renate Martinsen/Thomas Saretzki (Hrsg.), *Politik und Technik: Analysen zum Verhältnis von technologischem, politischem und staatlichem Wandel am Anfang des 21. Jahrhunderts*. Politische Vierteljahresschrift, Sonderheft 31/2000, 407–424.

- Werle, Raymund, 2002: Technik als Akteurfiktion. In: Werner Rammert/Ingo Schulz-Schaeffer (Hrsg.), *Können Maschinen handeln? Soziologische Beiträge zum Verhältnis von Mensch und Technik*. Frankfurt a.M.: Campus, 119–139.
- , 2005: Institutionelle Analyse technischer Innovation. In: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 57, 308–332.
- , 2007: Pfadabhängigkeit. In: Arthur Benz et al. (Hrsg.), *Handbuch Governance*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, im Erscheinen.
- Weyer, Johannes, 2006: Modes of Governance of Hybrid Systems. In: *Science, Technology & Innovation Studies* 2, 127–149.
<www.sti-studies.de/articles/2006-02/Weyer-011206-rev.pdf>
- Winner, Langdon, 1985: Do Artifacts have Politics? In: Donald MacKenzie/Judy Wajcman (Hrsg.), *The Social Shaping of Technology*. Milton Keynes, Philadelphia: Open University Press, 26–38.

Wechselwirkung zwischen Technik und institutionellen Strukturen versus Technologieentwicklung als Institutionalierungsprozess

Gerd Bender

1 Koproduktion von Technik und gesellschaftlichem Wandel

Spätestens in den achtziger Jahren hat sich die sozialwissenschaftliche Technikforschung von der Vorstellung verabschiedet, dass Technik und Technikentwicklung die sie umgebende Gesellschaft zwar prägen, sie selbst aber etwas Außersoziales seien, das eigenen Gesetzmäßigkeiten folgt (bahnbrechend dazu: MacKenzie/Wajcman 1985; Bijker et al. 1987; hierzulande etwa Hack 1988; Rammert 1992). Diese Orientierung dominiert seither, und zwar in einem Maße, das wiederum Kritiker auf den Plan gerufen hat. Sie bemängeln, dass insbesondere die Techniksoziologie nun ins gegensätzliche Extrem gefallen sei. In Abgrenzung vom Technikdeterminismus habe sich, so etwa Dolata und Werle im Einleitungsbeitrag zu diesem Band, ein Sozialdeterminismus etabliert, der die sozioökonomische und institutionelle Bedeutung von Technik weitgehend aus den Augen verloren habe. Zwar hat es immer wieder Arbeiten gegeben, die nicht unter dieses Verdikt fallen – etwa solche, die die organisierten Formen der Technikentwicklung als einen bestimmten Modus der bewussten Veränderung sozialer Realitäten zu konzipieren versuchen (etwa Hack 1998; van Lente/Rip 1998; Hack/Hack 2005; Bender 2006). Doch ist in vielen konstruktivistischen techniksoziologischen Arbeiten die Tendenz unverkennbar, die Widerständigkeit und besondere Wirkungskraft von Technik konzeptionell aufzulösen, indem sie auf den Aspekt von Aushandlungsprozessen und sozialen Konstruktionen reduziert wird. Dies war immer Gegenstand von Kritik (zum Beispiel Joerges 1992; Dolata 2003).

In Abgrenzung von konstruktivistischen Studien argumentieren Dolata und Werle, Technik sei nicht nur soziales Konstrukt, sondern zugleich auch prägender Einflussfaktor des sozioökonomischen und institutionellen Wandels. Dieser These wird man nur zustimmen können. Die Tatsache, dass irgend etwas sozial konstruiert ist, das heißt, von Menschen gemacht wurde, die sich dabei an ökonomischen, politischen oder moralischen Vorstellungen und Interessen orientiert haben, ändert in der Tat nichts daran, dass es in der Folge prägenden Einfluss auf subjektive Wahrnehmungen und objektive Handlungsmöglichkeiten haben

kann. Hierüber herrscht in der sozialwissenschaftlichen Forschung zu Technik und Technikentwicklung der letzten beiden Dekaden bei allen Unterschieden im Detail Einigkeit. So lauten die zwei Kernaussagen dieser Forschung:

1. Technik wird von Akteuren entwickelt, die Interessen verfolgen und Entscheidungen treffen, was seinen Niederschlag in der Form von Technik findet; sie ist also »sozial geformt« (resümierend: Russel/Williams 2002).
2. Auch die Unterscheidung von »technisch« und »sozial« ist zu einem guten Teil ein Ergebnis der Prozesse der sozialen Formung von Technik. Das heißt, die technischen Elemente irgend eines bestehenden soziotechnischen Arrangements sind nicht bloß in ihrer konkreten Gestalt sozial geformt, sondern auch *als* »technische Elemente« in der Folge von Entscheidungsprozessen realisiert worden (etwa Callon 1986; Latour 1998; Bijker/Law 1992).

Die Unterscheidung dessen, was technisch ist – das heißt, was als Technik realisiert wird – und was sozial – etwa die Notwendigkeit, bestimmte Handlungsweisen oder Institutionen anzupassen –, ist demnach zum Teil ein Resultat von Entscheidungs- und Strukturierungsprozessen während der Technikentwicklung. Daraus lässt sich konzeptionell außerdem folgern, dass man die Frage nach dem Zusammenhang zwischen Technik einerseits und sozioökonomischen und institutionellen Strukturen und deren Entwicklung andererseits nicht auf den Mechanismus »Rückwirkungen« und damit auf eine bestimmte Wirkungsrichtung reduzieren sollte. Wenn Technik immer schon ein Resultat gesellschaftlicher Praxis und gesellschaftliche Praxis immer schon durch das vorhandene Reservoir an Technik geprägt ist, und wenn weiterhin die Schaffung von Bedingungen für veränderte gesellschaftliche Praktiken Bestandteil von Technikentwicklungsprojekten sein kann, dann ist es nicht ohne weiteres möglich, eine Wirkungsrichtung unter Auslassung der anderen zu analysieren. Das gilt, wie Dolata und Werle überzeugend kritisieren, für Studien zur sozialen Formung von Technik; das Problem stellt sich aber auch in der anderen Richtung, also für das, was sie aufgeklärten Technikdeterminismus nennen.

Mit Begriffen wie *actor-network* (Callon 1980), *heterogeneous engineering* (Law 1987) oder mancher Konzeption der Ko-Evolution von Technik und Gesellschaft wurde auf diese Problemstellung reagiert. All diesen Überlegungen ist gemein, dass sie »soziale Konstruktion« von Technik und »technische Determinierung«, die auch auf nicht technische Gegebenheiten wirkt, nicht als gegensätzliche oder konsekutiv auftretende Wirkungsmechanismen begreifen, sondern als komplementäre. Das macht, so viel ist sicher, eine Kritik an kurzschlüssigen sozialkonstruktivistischen Verniedlichungen der prägenden Kraft von Technik nicht falsch. Aber man muss sich dagegen absichern, unversehens wieder bei

dem konventionellen Interpretationsmuster von Technik einerseits und dem von ihr beeinflussten sozialen Wandel andererseits zu landen.

Das ist nur dadurch möglich, dass man die Erforschung der organisierten Formen von Technikentwicklung als integralen Bestandteil auch sozialwissenschaftlicher Technik*wirkungs*forschung begreift. Das ist aber nicht als ein Plädoyer dafür zu verstehen, zu einer Technikgeneseforschung zurückzukehren, die mit dem Ziel betrieben wird, die soziale Formung einer Technik aufzuzeigen. Der von Dolata und Werle aufgeworfenen Kritik würde man damit nicht gerecht. Stattdessen sollte man, so der Vorschlag, Technik- oder Technologieentwicklung als eine spezifische Form der Produktion und Reproduktion von besonderen institutionalisierten Ordnungsstrukturen konzeptualisieren, in deren Verlauf ein vielschichtiges Bedingungsgefüge entsteht. Dieses strukturiert das weitere Handeln, indem es in einem Zug Restriktionen schafft und Möglichkeiten eröffnet; und zwar nicht nur, aber wesentlich auch technische. Diese Handlungsstrukturierung ist jedoch nicht als eine zwingende technische Konsequenz zu begreifen – Folge der Technik –, sondern Resultat von vorgängigen technischen und anderen Entscheidungen und der an diesen orientierten Aktivitäten. Anderes Handeln hätte auch andere Restriktionen und Möglichkeiten zur Folge gehabt.

Damit wird nicht unterstellt, dass die Akteure der Technologieentwicklung nach eigenem Gutdünken neue Welten schaffen und anderer Leute Aktivitäten bestimmen können. Um sich gegen dieses Missverständnis abzusichern, wird hier der Begriff *Institutionalisierungsprozess* eingeführt. Damit soll einer Reihe von Eigenarten dieser Form von Strukturbildung Rechnung getragen werden:

- a. Man hat es dabei mit Kollektivakten zu tun, die in einer Situation stattfinden, in der es keine klaren Unterordnungsverhältnisse geben muss, was aber ungleiche Machtverteilung nicht ausschließt.
- b. Es herrscht ein hohes Maß an Freiwilligkeit bei den Beteiligten, Selbstbindung und Fremdbindung sind eng verknüpft.
- c. Das Ergebnis der Prozesse ist mehr als die Summe der Einzelaktivitäten, es handelt sich um ein Emergenzphänomen.
- d. Die so entstehenden Verbindlichkeiten strukturieren Handeln, ohne es zu determinieren; sie liefern den Beteiligten Orientierungen, anhand derer sie ihre eigene Position in Relation zu der anderer bestimmen können, und sie kanalisieren, welche Handlungen Erfolg versprechend sind und welche nicht, lassen dabei aber Raum für unterschiedliche Strategien.

Wenn man Technologieentwicklung als Institutionalisierungsprozess konzeptualisiert, geraten nicht nur Formen der Koordination von Entwicklungsarbeit in den Blick, sondern auch Mechanismen, durch die eine neue Technologie oder

ein neues technologisches Gebiet zu einem Tatbestand entwickelt wird, der für mehr als nur eine kleine *in-group* von informierten Experten entscheidungs- und handlungsrelevant ist. Ein Schlüsselbegriff ist in diesem Zusammenhang *Kontextualisierung*. Damit ist etwas anderes gemeint als der Einbau einer neuen Technik in bereits bestehende Kontexte,¹ nämlich eine den Entwicklungs- und Funktionsbedingungen dieser neuen Technologie gerecht werdende Veränderung von sozialen Organisationen und Praktiken auf unterschiedlichen Ebenen, das heißt eine (Re-)Formierung von Kontexten gleichsam um eine neue Technologie herum. Es ist offensichtlich, dass dies im Regelfall nicht die Leistung eines einzelnen Akteurs sein kann, sondern nur Resultat der Aktivitäten einer Vielzahl von unterschiedlichen Personen und Organisationen. Auf die spezifische Form der Erzeugung von Handlungsverbindlichkeit in einer so komplexen Konstellation zielt wiederum der Begriff *Institutionalisierung*.

Von dieser Argumentation ausgehend, scheint es mir Erfolg versprechend zu sein, das Thema dieses Bandes unter der Fragestellung anzugehen, wie und wie weitgehend sozioökonomische Konsequenzen einer Technik bereits bei ihrer Entwicklung vordefiniert werden können. Dazu soll zunächst Literatur zur Bedeutung von institutionellen Bedingungen für Verlauf und Ergebnisse von Technologieentwicklung diskutiert werden.

2 Institutionelle Bedingungen für Technologieentwicklung

Die Entwicklung von neuer Technologie findet heute in aller Regel in organisierten Formen statt und unter Bedingungen, bei denen ökonomische Überlegungen eine besondere Rolle spielen. Bei der Entstehung ganz neuer Gebiete wie etwa der Gentechnik (Dolata 2003), der Nanotechnologie (Heinze 2006) oder der Mikrosystemtechnologie (Bender 2006) handelt es sich zudem um ein Multi-Ebenen- und Multi-Akteur-Geschehen: An der Entwicklung sind über viele Orte verteilte, voneinander unabhängige und, was ihre gesellschaftliche Rollendefinition und ihr Selbstverständnis betrifft, heterogene Akteure beteiligt, die auf unterschiedlichen Ebenen agieren; Wissenschaftlerinnen und Investoren, technologiepolitische Agenturen und Patentanwälte, Curriculumplaner und Techniker, um nur einige zu nennen. Für die Analyse der Formen und Mechanismen der Genese solcher Zusammenhänge helfen Konzepte aus

¹ In diesem Sinne wurde der Begriff etwa im Verbund Sozialwissenschaftliche Technikforschung verwendet (vgl. Verbund 1997: 19f.).

dem Einzugsbereich von Arbeiten zur sozialen Formung von Technologie nur bedingt. Denn diese konzentrieren sich tendenziell auf Interaktionen und blenden institutionelle Voraussetzungen und Bedingungen, die die handelnden Individuen vorfinden, häufig aus (so auch die Kritik in Sørensen/Levold 1992: 14; Schmidt/Werle 1998: 11–23).

Gesellschaftliche Voraussetzungen für Technologieentwicklung stehen demgegenüber im Fokus von evolutionstheoretischen Konzepten aus der ökonomischen Innovationsforschung (etwa Nelson/Winter 1977; Dosi et al. 1988; Garud 1994; Hage/Hollingsworth 2001). Ein prominentes empirisches Thema solcher Untersuchungen sind die Konsequenzen unterschiedlicher institutioneller Bedingungen für Technologieentwicklung und Innovationen. Dafür wird in solchen Studien aber die Bedeutung der Interaktionen in Entwicklungsprojekten und -prozessen, die im Fokus der konstruktivistischen Arbeiten stehen, kaum systematisch berücksichtigt.

Vor allem am Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung wurde, zunächst unabhängig vom Gegenstandsbereich Technologieentwicklung, die politikwissenschaftliche Konzeption des akteurzentrierten Institutionalismus entwickelt (Schneider/Mayntz 1995; Scharpf 1997; Schmidt/Werle 1998; Schimank/Werle 2000), der diese Lücke zu füllen verspricht. Er zielt ausdrücklich auf eine Verbindung der konstruktivistischen Mikro- mit der institutionalistischen Meso- und Makroperspektive, um deren komplementäre Defizite zu überwinden. So spricht man einerseits Ansätzen, die eine determinierende Kraft technisch-wissenschaftlicher beziehungsweise ökonomischer »Eigenlogiken« postulieren, jede Erklärungskraft ab. Andererseits wird die Neigung sozialkonstruktivistischer Konzeptualisierungen kritisiert, die Bedeutung von materiell-technischen Restriktionen und von antizipierten ökonomischen Handlungsfolgen bei der lokalen Aushandlung von Gestaltungskriterien zu unterschätzen (Schneider/Mayntz 1995: 110–111). Verlauf und Ergebnisse (auch) von Technologieentwicklungsprozessen könnten nur in einem Wechselspiel von eigensinnig handelnden Akteuren und den institutionellen Bedingungen erklärt werden, die diese Akteure zu einem bestimmten Zeitpunkt vorfinden.

Das Handeln von Akteuren wird ... als unmittelbare Ursache sozial erzeugter Probleme (einschließlich technischer Artefakte!) angesehen, doch ist dieses Handeln zugleich institutionell kanalisiert. Institutionen ermöglichen und restringieren das Akteurhandeln, aber sie determinieren es ... nicht, so dass es wichtig bleibt, nach der Nutzung institutionell vorgeprägter Handlungsspielräume durch die Akteure zu fragen. (ebd.: 108–109)

In einer ganzen Reihe von Untersuchungen wurde diese gesellschaftstheoretische Ausgangsbestimmung für die Technikforschung nutzbar gemacht (zum Beispiel Schneider 1989; Werle 1990; Thomas 1995).

Der Technikbegriff des akteurzentrierten Institutionalismus zielt primär auf Sachtechnik, genauer auf Artefakte oder Systeme von solchen. Diese werden als von Menschen geschaffene Mittel der Daseinsbewältigung definiert. So bestimmt, wird Technik insofern mit sozialen Institutionen vergleichbar, als es eine »Basisfunktion« von beiden ist, voraussehbares Verhalten zu ermöglichen (Schneider/Mayntz 1995: 111). Sie erfüllen diese Funktion freilich auf grundlegend unterschiedliche Weise.

Während Dauerzwecksetzungen mittels Technik extrasomatisch fixiert und somit tatsächlich »objektiviert« werden, wirken Sozialinstitutionen auf das Handeln zwar ebenfalls dauerhaft, aber unter vollkommen anderen Voraussetzungen. Institutionalisierung führt streng genommen nicht zu Objektivierung, sondern zu intersubjektivierung, da Sozialinstitutionen in ihrer Regelwirkung weiterhin am Wollen und Können menschlicher Subjekte ansetzen müssen. (ebd.)

Menschen können sich im Prinzip immer gegen die Regeleinhaltung entscheiden. »Das regelhafte Verhalten von technischen Systemen hingegen liegt nicht im Belieben einzelner Komponenten« (ebd.: Anm. 6).

Folgt man dieser Bestimmung, enden die Gemeinsamkeiten von Institutionen und Technik bei der erwähnten Basisfunktion, die darin besteht, die Vorhersagbarkeit von Handlungsabläufen zu ermöglichen. Ansonsten haben sie wenig gemein: Die einen »bestehen« aus individuellen und korporativen Akteuren, deren Aktivitäten durch soziale Regeln und Normen koordiniert werden, die andere besteht aus gekoppelten technischen Komponenten. Technik und Institutionen ähneln sich nicht in dem, was sie sind – das eine ist technisch, das andere sozial –, sondern nur in ihrer Funktion beziehungsweise in dem, was sie bewirken. Empirisch stehen beide insofern in einem Wechselverhältnis, als bestimmte institutionelle Bedingungen die Entwicklung und Nutzung von Technik sehr konkret beeinflussen und umgekehrt technische Innovationen Auswirkungen auf institutionelle Bedingungen in einer Gesellschaft haben können.

Dass in diesem Verständnis immer klar getrennt bleibt, was an einem System sozial ist und was technisch, zeigt auch die Konzeptualisierung von Institutionen. Sie werden verstanden als

systems of rules that structure the courses of actions that a set of actors may choose. In this definition we would, however, include not only formal legal rules ... but also social norms that actors will generally respect and whose violation will be sanctioned by loss of reputation, social disapproval, or even ostracism. (Scharpf 1997: 38)

Und weiter: Institutionen »supply criteria by which to evaluate different positions, and they provide rules governing interaction which are implemented and operationalized in organizations« (Schmidt/Werle 1998: 23). Sie strukturieren

also Handeln, determinieren es aber nicht: »Institutions often only define a scope of acceptable action, leaving room for diversity of strategy and choice« (ebd.: 21). So, wie sie oben bestimmt wurde, lässt Technik solche Spielräume nicht.

Dieser prinzipielle Unterschied bleibt auch bei den weiträumigen großtechnischen Systemen erhalten, die als »technisch basierte funktionelle Teilsysteme« (Mayntz 1993: 103) einer Gesellschaft bestimmt werden, weil sie »zahlreiche spezifische Aktivitäten ökonomischer, politischer oder sozialintegrativer Natur« überhaupt erst ermöglichen (Mayntz 1993: 100). Sie sind nicht ein verfügbares Instrument zum Erreichen bestimmter sozialer Zwecke, sondern

in ihrer jeweils besonderen organisatorisch-institutionellen Form auf der Basis spezifischer technischer Innovationen entstanden. Man kann also sagen, dass in diesen Fällen die Technik in einem sehr konkreten Sinn systembildend gewirkt hat. (ebd.: 101)

»Technische Funktionssysteme« gehören somit zu den institutionellen Bedingungen, die – neben anderen Institutionen wie insbesondere solchen der staatlichen Politik – die Organisation politischer Herrschaft und eben auch Technikentwicklung in einer Gesellschaft beeinflussen. Man wird den Vertreterinnen und Vertretern des akteurzentrierten Institutionalismus mit der These sicherlich nicht Unrecht tun, dass sie Ersteres mehr interessiert als Letzteres. Gleichwohl begründen sie die gesellschaftliche und gesellschaftstheoretische Relevanz von Technik in einer Weise, an die hier angeschlossen werden soll: Technik kann *Träger von institutionellen Strukturzusammenhängen* sein. Wenn dies auch auf einen bestimmten Typus technisch basierter Institutionen, nämlich große soziotechnische Systeme, beschränkt wird.

Die prinzipielle Differenzierung zwischen institutionellen Systemen, die wesentlich durch soziale Regeln bestimmt sind auf der einen Seite, und technischen Systemen, die wesentlich durch technische Mechanismen definiert sind auf der anderen, ist für die Analyse von Technologieentwicklung allerdings in doppelter Hinsicht problematisch. Zum einen wird so institutionelles Potenzial nur (sozio)technischen *Systemen* zugestanden, in denen regelhaftes Verhalten zumindest zum Teil »extrasomatisch fixiert und somit tatsächlich »objektiviert« ist (Schneider/Mayntz 1995: 111). Dem kann man entgegenhalten, dass durch Technik bestimmte Zusammenhänge nicht notwendig den Charakter von Systemen haben. Zum anderen werden gleichsam komplementär dazu Institutionen als wenigstens im Prinzip fragile und diskontinuierliche Gebilde beschrieben. Anders als Technik konstituieren sie keine harten objektiven Zwänge, sondern »nur« intersubjektive Orientierungen als – fraglos oft unerbittliche – Rahmenbedingungen für Handeln (ebd.); auch bei der Technikentwicklung. Dieser Auffassung wäre entgegenzuhalten, dass sie streng genommen die materialen Elemente analytisch ausblendet, die für Institutionen konstitutiv sein können.

Im Folgenden wird deshalb dafür plädiert, nicht nur das Wechselspiel von bestehenden Institutionen und entstehenden Technologien in den Blick zu nehmen, sondern Technologieentwicklung als Institutionalisierungsprozess. Im Vollzug von Technologieentwicklung – so kann man die Grundthese zuspitzen – werden häufig nicht bloß neue technische Konzepte und Systeme erzeugt, sondern institutionelle und organisatorische Konfigurationen, die es in dieser Form zuvor nicht gegeben hat und die entstehen, indem sich Akteure strategisch auf eine bestimmte Technologie beziehen und dadurch auch aufeinander. Diese Technologie ist also für die entstehenden Konfigurationen konstitutiv. Und zwar nicht bloß symbolisch als Träger von Sinngehalten, sondern im Verlauf der Entwicklung auch ganz praktisch als Anlass, Gegenstand und Ziel von *koordinierten* Interaktionen. Die zentrale Forschungsfrage ist, wie es zu solchen soziotechnischen Formationen kommt.

3 Orientierung lokaler Praktiken durch eine globale Ordnung

Folgt man Disco und van der Meulen (1998) hängt das Gelingen nicht hierarchischer Koordination davon ab, dass lokale Aktivitäten durch ein translokales Arrangement kanalisiert werden. Eine Abstimmung voneinander unabhängiger Aktivitäten erfolgt demnach zu einem guten Teil indirekt. Akteure orientieren sich nicht unmittelbar aneinander – sie sprechen sich nicht ab –, sondern an einer übergreifenden, globalen Ordnung. Solche an vielen Orten entscheidungsrelevante regulierende Strukturen entstehen zwar aus räumlich verstreuten soziotechnischen Praktiken, sie entwickeln aber diesen gegenüber eine eigenständige Wirkungsmacht, die dann auf lokale Lagebeurteilungen, Zielbildungsprozesse und Aktivitäten zurückwirkt (ebd.: 324).

Die Autoren konzipieren eine globale Ordnung als Akteurnetzwerk im Sinne von Callon (1991). Im Gegensatz zu diesem argumentieren sie aber, dass der Unterschied zwischen einem lokalen Mikro- und einem globalen Makronetzwerk kein ausschließlich quantitativer ist. Ein globales Netzwerk sei vielmehr, was die in ihm bearbeiteten Inhalte und auch was die darin involvierten Akteure betrifft, ein eigenständiges, emergentes Phänomen und nicht nur die Summe aller lokalen Mikronetzwerke (Disco/van der Meulen 1998: 331). Deshalb können sich lokale Akteure auch strategisch gegenüber der globalen Ebene verhalten. Sie können sie aktiv als Ressource nutzen, die es ihnen beispielsweise ermöglicht, »vor Ort« virulente Probleme zu lösen, oder die Informationen zur Begründung rationaler Entscheidungen liefert. Sie können die Globalebene aber auch eher passiv als Bündel einschränkender Handlungsbedingungen wahrnehmen,

die bestimmte Entscheidungen und Aktivitäten unter Kostengesichtspunkten nahelegen (ebd.: 327).

Das klassische Beispiel für ein solches Zusammenspiel von Prozessen auf der lokalen und solchen auf einer davon abgehobenen Globalebene sind Märkte:

Markets are not just there, but function because of local exchanges, which are mediated by prices. Price formation depends on these local exchanges, but is definitely a characteristic of the market, not of local exchange. (ebd.)

Als ein weiteres Beispiel werden technologische Regimes angeführt:

relative to any given technology they are modes of coordination already in place that provide a basic socio-technical and cultural framework for the specific work of making new science and technology ... in other words, [they] define the specific socio-historical context of technological novelty. (Disco/van der Meulen 1998: 325)

Russel und Williams (2002: 126) argumentieren ähnlich, wenn sie ein technologisches Regime bestimmen als

[m]ulty-layered set of rules and grammar operating in and derived from the complex of »scientific knowledges, engineering practices, production process technologies, product characteristics, skills and procedures, and institutions and infrastructures that make up a technology«.

Ein technologisches Regime erwächst demnach aus, unter anderem, bestimmten Institutionen. Es hat aber auch selbst institutionellen Charakter. Wie andere Institutionen ist auch eine Globalordnung dieses Typs zugleich Resultat und Medium von Handeln; sie ist geformt durch lokale Praktiken und sie beeinflusst anschließende Interpretationen, Routinen und Aktivitäten von Akteuren. Und sie ist in ihrem Bestand davon abhängig, dass sie in Aktionen und Interaktionen von Handelnden reproduziert wird, die im Prinzip eigensinnig sind.

Ein technologisches Regime ist allerdings eine besondere Art von Institution. Eine Besonderheit ist, dass es im Normalfall für seine Stabilisierung nicht zusätzlicher Sanktionsmechanismen und entsprechender Durchsetzungsinstanzen bedarf. Und das liegt ganz wesentlich daran, dass die Regeln und Normen, die ein solches Regime ausmachen, teilweise zu technischen Verfahren und Funktionszusammenhängen objektiviert sind, nämlich zu einem bestimmten Stand der Technik. Ein derartiges institutionelles Arrangement unter Rückgriff auf die von Schneider und Mayntz postulierten, scheinbar eindeutigen Unterscheidungskriterien von Technik und Institutionen zu beschreiben, fällt zumindest schwer. Wie oben gezeigt wurde, bestimmen sie Technik als extrasomatisch fixierte, objektivierte Dauerzwecksetzung, während die Regelwirkung sozialer Institutionen immer an das Wollen und Können von Menschen gebunden ist (Schneider/Mayntz 1995: 111). Diese kategoriale Bestimmung wird aber im hier diskutierten Fall gewissermaßen empirisch unterlaufen. Denn ein Stand

der Technik ist technisch und zugleich eine soziale Institution. Institutionellen Charakter hat der Stand der Technik einerseits insofern, als er ein Resultat von Interaktionen ist *und* Handeln und Interaktionen strukturiert. Und dies nicht nur dann, wenn – wie in sicherheitssensiblen Gebieten – eine dem jeweiligen Stand der Technik entsprechende Ausführung von Konstruktionen gesetzlich vorgeschrieben ist; er ist es generell, weil er für Eingeweihte einen wichtigen Referenzpunkt in ihrer professionellen Weltsicht bildet. Institutionellen Charakter hat er andererseits auch insofern, als die Lösung eines technischen Problems erst dadurch zum Stand der Technik wird, dass sie von einer kritischen Zahl von Akteuren, die in dem Gebiet als kompetent gelten, als eben solcher Referenzpunkt anerkannt wird und diese deshalb mit ihren eigenen Aktivitäten darauf Bezug nehmen. Einmal als Stand der Technik etabliert, definiert eine bestimmte Lösung das, was in funktionaler Hinsicht von einschlägigen Technikern oder Anbietern entsprechender technischer Produkte füglich erwartet werden kann oder zumindest das, woran sich deren Leistung messen lassen muss. Ein einmal erreichter Stand der Technik ist im Normalfall unhintergebar. Das macht ein technologisches Regime zu einer besonders wirksamen Globalordnung.

4 Zur Bedeutung von Versprechen für die Dynamik von Technologieentwicklung

Die Akteure der Technologieentwicklung orientieren sich aber offensichtlich nicht nur am Stand der Technik. Ein hilfreicher Ausgangspunkt für die Analyse dessen, was Entwicklungshandeln strukturiert und wie dies geschieht, ist der Begriff *promising technology* von van Lente (1993). Sein Kernargument lautet, dass sich Akteure bei ihren Entscheidungen, ob sie und, wenn ja, wie sie zur Entwicklung einer neuen Technologie beitragen, an zunächst notwendig sehr allgemeinen Versprechen orientieren, die an diese geknüpft werden.² Wie van Lente an mehreren Fallbeispielen gezeigt hat, werden solche Versprechen oft in einem *expectation statement* ausgeführt, das ein Bild einer Zukunft entwirft, die

² Es könnte der falsche Eindruck entstehen, dabei handele es sich nur um eine Variante der Leitbildargumentation (zum Beispiel Dierkes et al. 1992). Ziel ist zwar in beiden Fällen die Analyse von Mechanismen der Strukturierung von Handeln. Im einen Fall konzentriert man sich dabei aber auf kulturelle Bestimmungen, die notwendig der Technologieentwicklung vorausgesetzt sind: Leitbilder und andere kulturelle Orientierungskomplexe können sich zwar ändern, aber um Handeln tatsächlich orientieren zu können, müssen sie relativ stabil sein. Im anderen Fall werden Orientierungskomplexe als etwas bestimmt, das bei der Technologieentwicklung selbst erzeugt und beständig fortentwickelt wird: Mit Technik verknüpfte Versprechen wecken

durch die erst noch zu entwickelnde Technologie möglich wird. Die Geschichte einer neuen Technologie beginnt – so die These – häufig mit dem Erzählen von Geschichten (van Lente/Rip 1998: 224); damit nämlich, dass Vorteile, die durch die Entwicklung von bis dahin nicht gekannten oder nicht nutzbaren technisch-wissenschaftlichen Möglichkeiten entstehen, als eine realistische Aussicht präsentiert werden.

Veröffentlicht wird ein *expectation statement* mit dem Ziel, bei möglichen Interessenten Erwartungen in Hinblick auf den sozialen Nutzen einer künftigen Technologie und ihre Entwicklungspotenziale zu wecken und sie für die vorgeschlagenen Maßnahmen zu gewinnen. Versprechen spielen aber nicht nur eingangs, sondern in jeder Phase und auf jeder Ebene des Innovationsprozesses eine Rolle, denn »promises change search strategies of the actors involved« (van Lente 1993: 7). In Erzählungen eingewobene Technologieversprechen bilden demnach den kognitiven Bezugspunkt, auf den hin nach und nach Prioritäten und Erfolg versprechende Richtungen der Entwicklungsarbeit bestimmt werden können. Das heißt aber nicht, dass die in einem *expectation statement* formulierten Technologieversprechen anschließend bloß noch entfaltet würden. Sie können sich im Verlauf der Entwicklung verändern – unter Umständen sogar ganz grundsätzlich.

Van Lente und Rip (1998) stellen das folgendermaßen dar: In einem solchen »Gründungsdokument« beschreiben die Autoren auch Rollen und ihre Darsteller in der Erzählung über die Technologie, die sein wird. Unter bestimmten Bedingungen wird diese Geschichte zu Szenarien weiterentwickelt, in denen vielversprechende Linien für Forschung und Entwicklung spezifiziert werden und Akteure, die sie verfolgen sollen. In einer Art Drehbuch werden Akteure in einer Weise zueinander in Verbindung gesetzt, die der aufgezeigten Entwicklung förderlich ist. Wenn mehrere der so zueinander Positionierten dieses Skript prinzipiell akzeptieren, werden sie es ihren eigenen Interessen und Perspektiven entsprechend weiterentwickeln. Van Lente spricht in diesem Zusammenhang von der Entstehung einer kollektiven Agenda, die das weitere Handeln der Beteiligten strukturiert.

Sobald dieses Stadium der Entwicklung eingesetzt hat, beginnt die ursprüngliche Erzählung ein Eigenleben, sie löst sich von den Intentionen der anfänglichen Autoren ab. Dann kann sie auch nicht mehr einfach ignoriert werden; die allgemeinen Versprechen schlagen um in spezifizierte Erwartungen. Das hat zur Folge, dass diejenigen, die eine ihnen zugewiesene Rolle nicht akzep-

zunächst allenfalls Interesse; um Handeln tatsächlich orientieren zu können, müssen sie un-
abdingbar konkretisiert werden. Das heißt, sie bleiben nicht stabil, sondern erfahren einen
Formwandel, dessen konkrete Ausprägung eines der Ergebnisse der untersuchten Prozesse der
Technologieentwicklung ist.

tieren wollen, sich genötigt sehen, mit eigenen Geschichten zu reagieren. Die können der ursprünglichen zwar widersprechen, sie sind aber zwangsläufig mit ihr verbunden. So kann mit der Zeit ein Geflecht von aufeinander bezogenen Geschichten entstehen, »the stories become assembled into a repertoire used by actors to define possibilities and strategies, as well as evaluate the actions of others« (van Lente/Rip 1998: 206). Und daraus werden Folgerungen für eigenes Handeln gezogen. Van Lente und Rip (ebd.: 203) bezeichnen ein solches Arrangement, das noch nicht existiert, aber auf Grund der Implikationen der vorgestellten Zukunft Konsequenzen für aktuelles Handeln hat, als prospektive Struktur. Sie wird aus Verbindungen gebildet, die ursprünglich in Texten erscheinen können. In anschließenden Handlungen und Reaktionen, die von solchen Texten und Repertoires beeinflusst werden, wird diese prospektive Struktur ausgefüllt, modifiziert, neu gemischt und so nach und nach in eine soziale Struktur transformiert.

In der Folge werden die Erwartungen spezifiziert und in technische Anforderungen transformiert, das heißt in Einzelfunktionen, die die neue Technologie erfüllen muss. An diesem Set von Funktionsanforderungen orientiert, handeln Akteure dann in einer koordinierten Weise, indem sie versuchen, Lösungen zu erarbeiten, die die Anforderungen erfüllen. In der Regel entwickelt sich in diesem Stadium auch ein geschützter Raum, in dem die so spezifizierten Aktivitäten für eine gewisse Zeit abgeschirmt von Forderungen nach einem unmittelbaren Nützlichkeitsnachweis verfolgt werden können (Rip 2002: 39). Auch dieser Schutzraum ist aber kein statisches Phänomen, sondern er ist verbunden mit der Agenda und wird an ihre Entwicklung angepasst.

Eine Agenda wirkt doppelt selektiv. Zum einen spezifiziert sie *aktuelle* Aufgabenstellungen. Zum anderen werden innerhalb dieses Bezugsrahmens solche *nachfolgenden* Versprechen leichter akzeptiert, die anschlussfähig sind an bis dahin entwickelte Problemdefinitionen und Lösungsstrategien. »Ideas of individuals, and new possibilities in general, are evaluated in terms of what they contribute to the »agenda« (van Lente 1993: 9). Auf diese Weise entsteht eine Spirale von Versprechen und Anforderungen: Einige der Möglichkeiten, die man als Versprechen präsentiert, werden akzeptiert und in Anforderungen übersetzt, die weitere Suchprozesse anleiten; das heißt, sie werden Teil der fortentwickelten Agenda (van Lente/Rip 1998: 223).

Im weiteren Verlauf der Entwicklung kommt es zu vielen kleinen Kreisläufen dieser Art; immer wieder werden einige der Optionen, die man für machbar und Erfolg versprechend hält, in detaillierte Soll-Spezifikationen und Richtlinien transformiert. Und dies beeinflusst nicht bloß weitere lokale Entscheidungen, es formt auch ortsübergreifend Design- und Entwicklungspfade – aber auch dies in der Form einer Umwandlung von Erwartungen und Versprechen in spezifische

Handlungsorientierungen. Und am Ende dieser iterativen Prozesse stehen bestimmte technologische Ergebnisse und Anwendungen (Rip 2002: 39–40).

Technologische Versprechen fungieren also als Maßstab für die Gegenwart und als Wegweiser in eine bestimmte Zukunft. Und damit erklären die zitierten Autoren die Dynamik von einzelnen Entwicklungsvorhaben ebenso wie die von neuen technologischen Gebieten: Was ursprünglich eine Option ist, kann als technisches Versprechen etikettiert und dann in eine Funktionsanforderung transformiert werden, die es zu erfüllen gilt. Ist dieses Stadium erreicht, erscheint es notwendig für Techniker, die vielversprechende Technologie zu entwickeln, und für andere, sie dabei zu unterstützen. Diese Sequenz von einer Option über Versprechen und Anforderung hin zu Notwendigkeit vollzieht sich aber nicht autonom oder automatisch. Jeder Übergang ist ein Resultat der Handlungen von Technikern, Firmen und Fördereinrichtungen; er hängt jeweils davon ab, ob sie Optionen als machbar, als obsolet oder als notwendig bewerten, und von den Aktivitäten, die aus diesen Bewertungen folgen. Im Prinzip sind die Übergänge auch reversibel, allerdings erfordert das wegen der *sunk investments* zunehmend mehr Arbeit und verursacht immer höhere Kosten (van Lente/Rip 1998: 216–217).

5 Technologieentwicklung als Institutionalisierungsprozess

In den zitierten Arbeiten werden aufeinander bezogene Erwartungen als prospektive Strukturen bestimmt. Entscheidend für deren Verwandlung in soziale Strukturen, die nicht nur kognitiv präsent sind,

is the emergence of new alignments between actors and between actual activities and promises being made. Such alignment will improve performance as well as create mutual dependencies, and lead to paths being followed which gradually harden and become increasingly irreversible, i.e. harder to break out from. (Rip 2002: 38)

Folgt man Rip und Kollegen, kommt es zu diesen *alignments* im Gefolge der Verknüpfung von aufeinander bezogenen Skripten zu einer Art Spielplan (Repertoire), anhand dessen Akteure die Handlungen von anderen beurteilen und einordnen und ihre eigenen Entwicklungsmöglichkeiten und Strategien bestimmen. So werde neue soziale Ordnung auf der Basis der heterogenen Inhalte kollektiver Projektionen der Zukunft möglich (van Lente/Rip 1998: 225). Und diese soziale Ordnung wird bestimmt als eine emergente Konfiguration von Akteuren, Aktivitäten und Versprechen, aus der wechselseitige Abhängigkeiten und zunehmend stabile Entwicklungspfade erwachsen.

Der Versuch, diese Phänomene mit Verweis auf ausformulierte Skripten und einen Spielplan zu erklären, der aus deren Kombination entsteht, scheint in zwei zentralen Punkten etwas kurz zu greifen. Zum einen verdeckt diese Art der Darstellung eher als zu erhellen, dass ein solcher Spielplan im Verlaufe von *Technologieentwicklung* Konturen annimmt. Es geht also nicht einfach um kommunikatives Aushandeln und Schmieden von Koalitionen; diese Arbeit am »Repertoire« vollzieht sich nicht nur im Zusammenhang mit, sondern zu einem guten Teil *als* Technologieentwicklung. Zum anderen erweckt diese Konzeptualisierung den Eindruck, es würden elaborierte und zu Ende geschriebene Erzählungen aufeinandertreffen. Das dürfte empirisch aber nur selten so sein. Im Normalfall sind die Erzählungen oder Zukunftsentwürfe im Zusammenhang mit Technologien, die erst noch entwickelt werden sollen, wohl immer sowohl in räumlicher – das heißt hinsichtlich ihres »Einzugsbereichs«, insbesondere der Art und Zahl der Akteure, für die Rollen beschrieben werden – als auch in zeitlicher Hinsicht, also was ihr projektiertes Ende betrifft, ungeschlossen. Man hat es also nicht notwendig mit fertigen Geschichten zu tun, die aufeinander treffen und dann gegebenenfalls umgeschrieben werden. Entscheidend ist, dass nicht nur die Gesamtkonstellation (das Repertoire), sondern auch die je einzelnen Versprechen, Konzepte und die von ihnen implizierten Skripten erst im Laufe der Zeit und in der Konfrontation mit anderen, ebenso unvollständigen Konzepten und Skripten und – vor allem – mit den materialen Konsequenzen der so koordinierten Aktivitäten nach und nach eine stabile Form gewinnen. So werden immer wieder modifizierte Erwartungen schrittweise in objektive Handlungsbedingungen für die »nächsten Runden« transformiert.

Durch die schiere Existenz eines Repertoires im Sinne von Rip geschieht das noch nicht. Dieses entwirft einen sachlich und zeitlich spezifizierten Zusammenhang und definiert entsprechende Akteurrollen (unter anderem für Technologieentwickler, Financiers, Techniknutzer, Ausbildungseinrichtungen, Technologiepolitiker). Die Prozesse, in denen dieser Zusammenhang häufig mehrfach redefiniert und schrittweise realisiert wird, können als Institutionalisierung im eingangs bestimmten Sinn verstanden werden. Der Begriff zielt also auf Aktivitäten, die durch die Orientierung am Repertoire koordiniert sind, und mit denen Gefüge von Konzepten, Artefakten und Akteuren geschaffen werden, die zu eben diesem Repertoire – und nicht zu einem anderen – passen und es so stützen. Das geschieht zu einem guten Teil auf dem Wege der Spezifizierung von technischen Funktionsanforderungen und der entsprechenden Entwicklungsarbeit, also wesentlich im Vollzug von – oder: *als* – Technologieentwicklung. Resultate der so koordinierten Aktivitäten sind aber nicht nur neue Technologien, sondern eben auch ein zunehmend stabiles Geflecht von Rollen und Rollenträgern, ihren Interessen und Entwicklungsperspektiven. Es wird also nicht bloß

ein handlungsorientierender Sinnzusammenhang (Skript, Repertoire, Agenda) geschaffen, sondern dieser wird schrittweise gleichsam materiell unterfüttert durch die Entwicklung technischer (Herstellungsverfahren und -apparaturen, Stand der Technik usw.) und anderer Bedingungen (zum Beispiel entsprechende neue Berufsbilder, Patente oder auch Kooperationsbeziehungen) der weiteren Evolution des gesamten Arrangements.³

Prinzipiell ist dieser Prozess nie abgeschlossen. Einmal eingeschlagene Richtungen können revidiert werden, und auch eine derart institutionalisierte Technologie wird in der Regel irgendwann von einer anderen abgelöst. Aber je umfassender und vielschichtiger die Kontexte sind, die um eine Technologie herum aufgebaut worden sind, desto schwieriger und teurer wird es, alternative Lösungen zu etablieren – geläufige Beispiele dafür sind die QWERTZ-Tastatur oder der Automobilverkehr.

Technologieentwicklung erscheint so als eine spezifische Form der Produktion und Reproduktion von bestimmten institutionalisierten Ordnungsstrukturen *qua alignment* von Erwartungen, Funktionsanforderungen, Akteuren und bestimmten technischen Lösungen usw., das heißt auf dem Wege der Kontextualisierung einer Technologie. So entsteht ein vielschichtiges Gefüge von Chancen und Restriktionen, das weiteres Handeln nicht determiniert, aber strukturiert. In seiner Gesamtheit kann dieses Gefüge nicht auf die Intentionen einzelner Akteure zurückgeführt werden und es ist auch mehr als die Summe ihrer Einzelaktionen. Man hat es mit einer emergenten Ordnung zu tun; die eingegangenen vielfältigen Verbindungen und Beziehungen verdichten sich zu spezifischen soziotechnischen Verhältnissen, zu denen ganz wesentlich auch technische Restriktionen und Möglichkeiten gehören. Die komplexen Institutionalierungsprozesse, die dazu geführt haben, sind dann gleichsam im Ergebnis verschwunden; sie wurden transformiert in technische Funktionsanforderungen und Leistungsdefinitionen.

Damit (deshalb) ist es auch möglich, das Verhältnis von Technik und gesellschaftlichem Wandel anders denn als Wechselwirkung von distinkten Phänomenen zu bestimmen: Im Vollzug von Technologie- und Technikentwicklung werden nicht bloß neue technische Konzepte und Systeme erzeugt, sondern – häufig und mit der Innovationsintensität zunehmend – auch Nutzungsbedingungen der neuen Technik. Das muss nicht, kann aber zielstrebige sozioökonomische und institutionelle Veränderungen implizieren. Zwar wird es immer wieder unerwartete und auch nicht intendierte Effekte geben, aber vieles von dem,

³ Vgl. Bender (2006, insbesondere 110–145 und 162–178) zu empirischen Beispielen im Gebiet der Mikrosystemtechnologien. Ähnliche Prozesse werden in Bender (1996, insbesondere 143–190, 1999) am Fall der Entwicklung eines Telekommunikationsstandards diskutiert.

was in einer konventionellen Sichtweise als Technikfolge erscheint, kann zuvor schon antizipiert beziehungsweise planmäßig betrieben worden sein. So konzipiert, besteht eine zentrale Frage der sozialwissenschaftlichen Technikforschung darin, zu klären, unter welchen Bedingungen und wie es dazu kommen kann. Oder, anders formuliert, *inwiefern* und wie in einem konkreten Fall bei der Technologieentwicklung Bedingungen geschaffen werden können, die man hinterher nur schwer oder überhaupt nicht mehr revidieren kann. Es kann – mit Dolata und Werle in diesem Band – unterstellt werden, dass es hier Unterschiede gibt, die auch mit den technischen Inhalten der Entwicklungen zu tun haben.

Literatur

- Bender, Gerd, 1996: *Gegenwartserzeugung durch Zukunftssimulation*. Frankfurt a.M.: Peter Lang.
- , 1999: Technologische Innovation als Form der europäischen Integration: Zur Entwicklung des europäischen Mobilfunkstandards GSM. In: *Zeitschrift für Soziologie* 28(2), 77–92.
- , 2004: Heterogenität als Koordinationsproblem: Technikentwicklung in einem Verbundprojekt. In: Jörg Strübing et al. (Hrsg.), *Kooperation im Niemandsland: Neue Perspektiven der Zusammenarbeit in Wissenschaft und Technik*. Opladen: Leske + Budrich, 137–161.
- , 2005: Technologieentwicklung als Institutionalisierungsprozess. In: *Zeitschrift für Soziologie* 34(3), 170–187.
- , 2006: *Technologieentwicklung als Institutionalisierungsprozess*. Zur Entstehung einer soziotechnischen Welt. Berlin: edition sigma.
- Bijker, Wiebe E./John Law (Hrsg.), 1992: *Shaping Technology/Building Society: Studies in Sociotechnical Change*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Callon, Michel, 1980: Struggles and Negotiations to Define what Is Problematic and what Is Not. In: Karin D. Knorr/Roger Krohn/Richard Whitley (Hrsg.), *The Social Process of Scientific Investigation*. Dordrecht: Reidel, 197–219.
- , 1986: The Sociology of an Actor-Network: The Case of the Electric Vehicle. In: Michel Callon/John Law/Arie Rip (Hrsg.), *Mapping the Dynamics of Science and Technology*. London: Macmillan, 19–34.
- , 1992: The Dynamics of Techno-Economic Networks. In: Rod Coombs/Paolo Saviotto/Vivien Walsh (Hrsg.), *Technological Change and Company Strategies*. London: Academic Press, 72–102.
- Dierkes, Meinolf/Ute Hoffmann/Lutz Marz, 1992: *Leitbild und Technik: Zur Entstehung und Steuerung technischer Innovationen*. Berlin: edition sigma.
- Disco, Cornelis/Barend van der Meulen (Hrsg.), 1998: *Getting New Technologies Together: Studies in Making Sociotechnical Order*. Berlin: de Gruyter.
- , 1998a: Introduction. In: Cornelis Disco/Barend van der Meulen (Hrsg.), *Getting New Technologies Together: Studies in Making Sociotechnical Order*. Berlin: de Gruyter, 1–13.
- Dolata, Ulrich, 2003: *Unternehmen Technik. Akteure, Interaktionsmuster und strukturelle Kontexte der Technikentwicklung: Ein Theorierahmen*. Berlin: edition sigma.

- Dosi, Giovanni, et al. (Hrsg.), 1988: *Technical Change and Economic Theory*. London: Pinter.
- Garud, Raghu, 1994: Cooperative and Competitive Behaviors During the Process of Creative Destruction. In: *Research Policy* 23, 385–394.
- Hack, Lothar, 1988: *Vor Vollendung der Tatsachen: Die Rolle von Wissenschaft und Technologie in der dritten Phase der Industriellen Revolution*. Frankfurt a.M.: Fischer TB.
- , 1988a: Determinationen/Trajekte vs. Konfigurationen/Projekte. Sozioökonomische und soziokulturelle Strukturveränderungen als Resultat der bewussten Gestaltung technischer Innovationen. In: Gerd Fleischmann/Josef Esser (Hrsg.), *Technikentwicklung als sozialer Prozess*. Frankfurt a.M.: Gesellschaft zur Förderung Arbeitsorientierter Forschung und Bildung (G.A.F.B.), 71–105.
- , 1998: *Technologietransfer und Wissenstransformation: Zur Globalisierung der Forschungsorganisation von Siemens*. Münster: Westfälisches Dampfboot.
- Hack, Lothar/Irmgard Hack, 2005: *Wissen, Macht und Organisation: Internationalisierung industrieller Forschung und Entwicklung – ein Fallvergleich*. Berlin: edition sigma.
- Hack, Lothar, et al., 1991, *Technologieentwicklung als Institutionalisierungsprozess: Stand der Forschung, Lage der Dinge, gemeinsame Überlegungen*. Interdisziplinäre Technikforschung Arbeitspapier 1. Frankfurt a.M.: Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt.
- Hage, Jerald/J. Rogers Hollingsworth, 2001: A Strategy for the Analysis of Idea Innovation Networks and Institutions. In: *Organization Studies* 21(5), 971–1004.
- Heinze, Thomas, 2006: *Die Kopplung von Wissenschaft und Wirtschaft: Das Beispiel der Nanotechnologie*. Frankfurt a.M.: Campus.
- Joerges, Bernhard, 1992: Große technische Systeme. In: Gotthard Bechmann/Werner Rammert (Hrsg.), *Großtechnische Systeme und Risiken* (Technik und Gesellschaft, Jahrbuch 6). Frankfurt a.M.: Campus, 41–72.
- Latour, Bruno, 1998: Über technische Vermittlung. In: Werner Rammert (Hrsg.), *Technik und Sozialtheorie*. Frankfurt a.M.: Campus, 29–81.
- Law, John, 1987: Technology and Heterogeneous Engineering: The Case of Portuguese Expansion. In: Wiebe E. Bijker/Thomas P. Hughes/Trevor Pinch (Hrsg.), *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technological Systems*. Cambridge, MA: The MIT Press, 111–134.
- MacKenzie, Donald/Judy Wajcman (Hrsg.), 1985/1999: *The Social Shaping of Technology*. Zweite Auflage. Buckingham: Open University Press.
- Mayntz, Renate, 1993: Große technische Systeme und ihre gesellschaftstheoretische Bedeutung. In: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 45, 97–108.
- Nelson, Richard R./Sidney G. Winter, 1977: In Search of a Useful Theory of Innovation. In: *Research Policy* 6, 36–76.
- Rammert, Werner, 1992: Wer oder was steuert den technischen Fortschritt? Technischer Wandel zwischen Steuerung und Evolution. In: *Soziale Welt* 43, 7–25.
- , 1993: Telefon und Kommunikationskultur. In: Werner Rammert, *Technik aus soziologischer Perspektive*. Opladen: Westdeutscher Verlag, 239–266.
- Rip, Arie, 2002: *Co-Evolution of Science, Technology and Society*. An Expert Review for the Bundesministerium Bildung und Forschung's Förderinitiative *Politik, Wissenschaft und Gesellschaft* (Science Policy Studies), as managed by the Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften. <www.sciencepolicystudies.de/dok/expertise-rip.pdf>

- Russel, Stewart/Robin Williams, 2002: Social Shaping of Technology: Frameworks, Findings and Implications for Policy with Glossary of Social Shaping Concepts. In: Knut H. Sørensen/Robin Williams (Hrsg.), *Shaping Technology, Guiding Policy: Concepts, Spaces & Tools*. Cheltenham: Edward Elgar, 37–131.
- Scharpf, Fritz W., 1997: *Games Real Actors Play: Actor-Centered Institutionalism in Policy Research*. Boulder, CO: Westview.
- Schimank, Uwe/Raymund Werle 2000: Einleitung. In: Raymund Werle/Uwe Schimank (Hrsg.), *Gesellschaftliche Komplexität und kollektive Handlungsfähigkeit*. Frankfurt a.M.: Campus, 9–20.
- Schmidt, Susanne K./Raymund Werle 1998: *Coordinating Technology: Studies in the International Standardization of Telecommunications*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Schneider, Volker, 1989: *Technikentwicklung zwischen Politik und Markt: Der Fall Bildschirmtext*. Frankfurt a.M.: Campus.
- Schneider, Volker/Renate Mayntz, 1995: Akteurzentrierter Institutionalismus in der Technikforschung. Fragestellungen und Erklärungsansätze. In: Jost Halfmann/Gotthard Bechmann/Werner Rammert (Hrsg.), *Theoriebausteine der Techniksoziologie* (Technik und Gesellschaft, Jahrbuch 8). Frankfurt a.M.: Campus, 107–130.
- Sørensen, Knut H./Nora Levold, 1992: Tacit Networks, Heterogeneous Engineers, and Embodied Technology. In: *Science, Technology & Human Values* 17(1), 13–35.
- Thomas, Frank, 1995: *Telefonieren in Deutschland: Organisatorische, technische und räumliche Entwicklung eines großtechnischen Systems*. Frankfurt a.M.: Campus.
- van Lente, Harro, 1993: *Promising Technology: The Dynamics of Expectations in Technological Developments*. Delft: Eburon.
- van Lente, Harro/Arie Rip, 1998: Expectations in Technological Developments: An Example of Prospective Structures to be Filled in by Agency. In: Cornelis Disco/Barend van der Meulen (Hrsg.), *Getting New Technologies Together: Studies in Making Sociotechnical Order*. Berlin: de Gruyter, 203–229.

Technikdeterminismus oder Sozialdeterminismus: Zeitbezüge und Kausalverhältnisse aus der Sicht des »Technology Assessment«

Armin Grunwald

1 Zwischen Technik- und Sozialdeterminismus

Im Rückblick auf nunmehr einige Jahrzehnte der intensiven wissenschaftlichen Befassung mit dem Verhältnis von Technik und Gesellschaft lassen sich einige wiederkehrende Grundmuster erkennen. Technikdeterminismus und Sozialdeterminismus¹ gehören zu derartigen Mustern, mit denen bestimmte Aspekte und Entwicklungen in diesem Verhältnis kontrovers thematisiert werden. Direkt betroffen von dieser Kontroverse ist die Technikfolgenabschätzung (Technology Assessment, TA), hängen doch von der Positionierung im Streit zwischen Technik- und Sozialdeterminismus Antworten auf wesentliche konzeptionelle Fragen der TA als Technikfolgenforschung und Politikberatung ab (Petermann 1991): Fragen nach ihren Gegenständen, nach ihren Zielen und nach ihren Adressaten (Grunwald 2002). Daher wird im Folgenden der Bezug der Determinismusthesen zur TA als Bezugsrahmen verwendet – allerdings nicht in der Absicht, hier TA-Fragen einzuschmuggeln, sondern um die Brücke zu schlagen zwischen wissenschaftlichen Kontroversen, konzeptionellen Basisunterscheidungen und Abgründen ihrer sprachlichen Formulierung, erkenntnistheoretischen Fragen und der gesellschaftlichen Praxis an der Schnittstelle zwischen Technik und Gesellschaft.

Ausgangsbeobachtung für die folgenden Ausführungen ist die Diagnose eines gewissen Schwankens in den dominanten wissenschaftlichen Verhaltensweisen zum Verhältnis von Technik und Gesellschaft über die Jahre hinweg: vom Technikdeterminismus der siebziger zum Sozialdeterminismus der neunziger Jahre und nun anscheinend zu einer Wiederentdeckung wenigstens einiger Aspekte des Technikdeterminismus.

Der Rückblick auf die Anfänge der TA lässt einen *Technikdeterminismus* erkennen:

¹ Ich verwende in diesem Beitrag diese Begriffe in der zugespitzten Form, wie von Dolata und Werle in diesem Band eingeführt. Diese Zuspitzung blendet sicher einerseits manche Differenzierungen aus, erlaubt jedoch andererseits eine auf die wesentlichen Streitfragen pointierte Auseinandersetzung.

Die herkömmliche Vorstellung, an der sich auch eine ganze Generation von TA-Studien orientierte, unterstellt, dass technische Entwicklungen ... ihrer immanenten Eigenlogik folgen, die ... in der praktischen Anwendung weitgehend prädeternierte, passive Anpassung bei den Betroffenen erzwingen. (Lutz 1991: 71)

Die *Folgenorientierung*, die sich auch in der deutschen Übersetzung des »Technology Assessment« zeigt (und die, nebenbei bemerkt, bis heute zu einem Imageproblem der TA in bestimmten Kreisen beiträgt), drückt diese primäre Wahrnehmung aus: Danach determiniert die Technik durch ihre Folgen das Soziale, während sie selbst nicht durch das Soziale determiniert wird, sondern einer außerhalb gesellschaftlicher Einflussfaktoren liegenden Eigenlogik folgt:

Dabei scheint es, als seien wir zur Technik verurteilt. Sie kommt immer nur durch menschliche Handlungen zustande und ist doch zu einer selbständigen Instanz geworden, deren Entwicklung anscheinend kaum gesteuert werden kann. (Rapp 1978: 8)

Das, was der Gesellschaft danach bleibt, ist eine antizipative Befassung mit den Folgen dieser eigendynamischen Technik und eine möglichst konstruktive Anpassung im klassischen Verständnis der TA, Chancen zu nutzen und Risiken zu minimieren (zum Beispiel Paschen 1975).

Der damit zunächst als unverträglich erscheinende Begriff der *Technikgestaltung*, der sich sodann teils zu einem Sozialdeterminismus entwickelte, ist in den neunziger Jahren des letzten Jahrhunderts in die wissenschaftliche und gesellschaftliche Diskussion über Technik und Technikfolgen geraten. Die Ansätze des niederländischen Sozialkonstruktivismus (Bijker et al. 1987; Bijker/Law 1994), der Technikgeneseforschung (Dierkes et al. 1992), des Constructive Technology Assessment (Rip et al. 1995) sowie kulturalistischer Verständnisse des Verhältnisses von Technik und Gesellschaft (Weingart 1989) haben dazu beigetragen, Technik als eine sozial *beeinflussbare Größe* zu verstehen. Die ursprüngliche Folgenorientierung der TA (zum Beispiel Paschen 1975) geriet vor dem Hintergrund eines gestaltungsorientierten Sozialdeterminismus in Misskredit. Denn entweder könne man – in frühen Stadien der Entwicklung – über diese Folgen nicht frühzeitig und hinreichend sicher genug wissen, oder aber, wenn dies doch in späteren Entwicklungsstadien der Fall wäre, könne dieses Wissen wegen schon gefallener und irreversibler Entscheidungen keine praktischen Folgen mehr haben (Collingridge 1980). TA solle daher, so die neue Devise, besser die *Technikgenese* in den Blick nehmen und dort Technik gestaltend Einfluss nehmen, um positive Entwicklungen zu verstärken und negative an der Wurzel zu verhindern (Dierkes et al. 1992; Dierkes 1999). Dieser Schwenk führte zu einem teils überbordenden Gestaltungsoptimismus:

Wenn durch die Einbeziehung potentieller Nutzer ein großes Spektrum denkbarer Folgedimensionen berücksichtigt wurde und die Chancen und Risiken alternativer Optionen in einem

breiten sozialen Aushandlungsprozess ausgelotet wurden, müsste – so das Konzept – ein soziotechnisches System entstehen, das nutzerfreundlicher und risikoärmer ist und daher in weit geringerem Maße unbeabsichtigte negative Folgewirkungen nach sich zieht. (Weyer 1997: 345)

Das Vertrauen ist hier ein *doppeltes*: ein Vertrauen in die soziale Gestaltbarkeit von Technik als solche und darüber hinaus noch ein Vertrauen darin, dass eine derartig gestaltete Technik erheblich weniger unbeabsichtigte Nebenfolgen zeitigen werde. In gewisser Weise lässt sich hier eine (allerdings nur vorüberkehrende) Wiederkehr des Planungsoptimismus in neuem Gewand erkennen. War der ältere Planungsoptimismus *substanzieller* Art und bestand darin, die Realisierbarkeit definierter Ziele mit klaren Mitteln (und ohne Nebenfolgen) zu versprechen, so ist der sozialdeterministische Planungsoptimismus *prozeduraler* Natur: Die Realisierung der Hoffnungen auf eine nutzerorientierte, sozialverträgliche und risikoärmere Technik wurde an eine entsprechende Gestaltung der *Entscheidungs- und Auslegungsprozesse* der Technik geknüpft, vor dem Hintergrund der Netzwerktheorie und Übelregungen zur Partizipation. Die Substanz (das heißt die reale Ausprägung der Technik) sollte danach erst im Prozess selbst entstehen, und es gab sogar, wie im obigen Zitat, Hoffnungen darauf, durch Gestaltung des Geneseprozesses die Folgenproblematik in den Griff zu bekommen. Ist die Verlagerung von substanziellen Erwartungen an prozedurale Maßnahmen unzweifelhaft ein Element von Modernisierung, so irritierte teils der damit verbundene Optimismus: »Angetreten, den Irrtum des technologischen Determinismus zurückzuweisen, hat der Sozialkonstruktivismus den gegenteiligen Irrtum eines soziologischen Voluntarismus geboren« (Ropohl 1999: 296).

Heute gerät der Sozialdeterminismus hinsichtlich der Technik selbst in die Defensive. Gestaltungsversuche von Technik stoßen an Grenzen. Die Globalisierung der Weltwirtschaft mit ihrer eigenen Dynamik, die zunehmende Differenzierung der Gesellschaft in »Inseln« mit je verschiedenen normativen Vorstellungen, welche eine gemeinsame *gesellschaftliche* Technikgestaltung (Grunwald 2000) erschweren, sowie die bekannte Nebenfolgenproblematik der Technik stehen einer intentionalen Gestaltung im Wege. Antwortete der Gestaltungsoptimismus der neunziger Jahre auf einen technologischen Determinismus früherer Jahrzehnte, so stehen heute eine Problematisierung und Relativierung des sozialdeterministischen Blickes auf das Verhältnis von Technik und Gesellschaft auf der Agenda.

Das eigentümliche Schwanken in der Beurteilung bereits der *Richtung* der Kausalverhältnisse im Verhältnis von Technik und Gesellschaft – auf welcher Seite liegen die determinierenden und auf welcher die determinierten Faktoren? – legt die Frage nahe, wie sich das Schwanken selbst erklären ließe. Offenbar liegt hier eine gewisse Unentschiedenheit vor, die am Fortschritt in der wissenschaft-

lichen Analyse dieser gegenseitigen Beeinflussungsverhältnisse zweifeln lassen könnte. Trotz einer Vielzahl empirischer Befunde scheint die Technikforschung einer Beantwortung der Frage nach der Beeinflussungsrichtung – die nun wahrhaftig kein »Kleinkram« ist – nicht näher gekommen zu sein. Wenn Sozial- und Technikdeterminismus als wissenschaftliche Einschätzungen zum Verhältnis von Technik und Gesellschaft verstanden werden, gibt es drei Erklärungstypen für das Schwanken:

- Es könnte der *betrachtete Gegenstandsbereich selbst* die Ursache der wissenschaftlich wahrgenommenen Schwankungen sein. Die Kausalbeziehungen könnten sich »real« geändert haben, so dass eine um Erklären und Verstehen bemühte Sozialforschung diesen »realen« Schwankungen zwangsläufig folgen musste.
- Es könnte sich um eine allmähliche *Annäherung an die Wahrheit* (Popper) handeln. Danach würde die sozialwissenschaftliche Technikforschung »im Schlingerkurs« einen immer differenzierteren und »realitätsnäheren« Eindruck von ihrem Gegenstandsbereich gewinnen und das Schwanken wäre, aus der Ferne betrachtet, eine Annäherung an die Wirklichkeit.
- Es könnte sich um ein Schwanken auf der Ebene *wissenschaftlicher Wahrnehmungsmuster* handeln. Veränderungen in der Perspektive, unter der die Sozialwissenschaften auf das Gegenstandsfeld »Verhältnis von Technik und Gesellschaft« schauen, könnten die Ursache variierender Wahrnehmung sein.

Eine Antwort hängt wesentlich mit einer Einschätzung des semantischen Gehaltes und der sprachpragmatischen Funktionen der Thesen von Sozial- oder Technikdeterminismus zusammen. Dabei geht es um folgende Teilprobleme:

1. Sind Sozial- und Technikdeterminismus empirisch belegbar? Handelt es sich um wissenschaftliche Hypothesen, über deren *Geltung* man diskutieren könnte? Auf welche Gegenstands- und Einflussbereiche bezieht man sich dabei jeweils?
2. Sind Sozial- und Technikdeterminismus *alternative* Deutungen des Verhältnisses von Gesellschaft und Technik, von denen nur eine wahr sein kann? Oder können sie gleichzeitig zutreffen, nur in je verschiedener Interpretation?
3. Die Technikfolgenabschätzung ist dem Wandel von Technik- zu Sozialdeterminismus eher reaktiv gefolgt, statt ihn aus den eigenen Erfahrungen heraus mitzugestalten. Was folgt aus den Überlegungen für die TA? Ist TA auf einen gewissen Technikdeterminismus angewiesen, um über Folgen reden zu können?

Um diese Fragen zu beantworten, ist zunächst genauer nach dem semantischen *Gehalt* der beiden Determinismusthesen zu fragen (Kapitel 2). Diese Analyse

ebnet den Weg zu einem Verständnis der Thesen von Sozial- und Technikdeterminismus als deutungsgeladene und perspektivische Muster generalisierten Redens über das Verhältnis von Technik und Gesellschaft. Als solche fungieren sie in mehrfacher Weise als Katalysatoren gesellschaftlicher Kommunikation über Technik – bilden dabei aber keineswegs ontische Sachverhalte ab und haben daher keinen ontologischen Status. Auf diese Weise können einige Scheinprobleme der wissenschaftlichen Kommunikation benannt und aufgelöst werden (Kapitel 3). Abschließend wird nach Implikationen und Konsequenzen dieser Analyse gefragt (Kapitel 4).

2 Der sprachpragmatische Status von Sozial- und Technikdeterminismus

Zunächst scheint es angeraten zu sein, den Inhalten der beiden Determinismusthesen etwas weiter nachzugehen. Dabei sei es hier, in einem konzeptionell orientierten Beitrag, erlaubt, die Gegenüberstellung auf die charakteristischen Aspekte zuzuspitzen, auch um die Gefahr, dass damit nicht allen Differenzierungen Rechnung getragen werden kann.

Trivialerweise, aber nicht ohne Bedeutung, wird in der Kontroverse zwischen Technik- und Sozialdeterminismus eine Basisunterscheidung zwischen Technik und Gesellschaft zugrunde gelegt. Basisunterscheidungen als »erste« Unterscheidungen sind nicht nur die Grundlage von trennscharfen und Ordnung stiftenden Begriffsbildungen, sondern auch die Basis für Weltwahrnehmung. Die Rede vom Unterscheidungsapriori (vgl. Mittelstraß 1974, in anderer Tradition Spencer Brown 1979) macht hierauf aufmerksam. Eine Basisunterscheidung, die Technik von der Gesellschaft abtrennt, um dann nach den gegenseitigen Beeinflussungen zu fragen, hat zwar eine lange Tradition in den Sozial- und Geisteswissenschaften, ist aber dennoch nicht unkritisch zu übernehmen. Dadurch könnten Probleme artifiziell erzeugt werden, die nicht dem wahrgenommenen Gegenstandsbereich, sondern der durch die Basisunterscheidung geprägten Wahrnehmungsstruktur zuzuschreiben wären. Diesem Gedanken werde ich zunächst nicht folgen, ihn aber später wieder aufnehmen (Kapitel 4).

Der *Technikdeterminismus* zerfällt in zwei Teilthesen: (1) die These von der Determinierung des Sozialen durch das Technische, nach der Technik zu einer »Anpassungserzwingung« in individueller und kollektiver Hinsicht führe, und (2) die These von der Nicht-Determinierung beziehungsweise Nicht-Determinierbarkeit des Technischen durch das Soziale. Der technischen Entwicklung wird

eine *Eigengesetzlichkeit* unterstellt (Ropohl 1982). Auf verschiedene Weise kann versucht werden, diese Eigendynamik zu begründen (dazu Grunwald 2000). Es bliebe der Gesellschaft in diesem Modell nur, und das ist der zweite Teil der Technikdeterminismusthese, sich an diese eigendynamisch ablaufende Entwicklung bestmöglich anzupassen. Zu diesem Zwecke könnte sie versuchen, Technikentwicklung und daraus resultierende gesellschaftliche Folgen zu *prognostizieren*, um sich frühzeitig darauf einzustellen. Genau diese Argumentation führt zu dem prognostischen Imperativ der älteren TA (vgl. Grunwald/Langenbach 1999: 97f.). Technik (und hiermit ist häufig auch Wissenschaft gemeint) wird als die soziale Dimension determinierend angesehen. Der Kausalpfeil nimmt seinen Ausgang in der Technik und führt zum Sozialen; eine umgekehrte Richtung ist nicht vorgesehen und nach der die Technik antreibenden Kraft wird zunächst nicht weiter gefragt. Diese Kausalrichtung ist auch eine zeitliche Aufeinanderfolge: Technik ist zuerst da, und die Gesellschaft ist von ihren Folgen – zeitlich später – betroffen.

Der *Sozialdeterminismus* sucht umgekehrt danach, Beeinflussungen der Technik durch die beteiligten Akteure in den verschiedenen Phasen der Technikentwicklung nachzuweisen. Der Versuch, die obige Zerlegung des Technikdeterminismus hier analog durchzuführen, mag zwar im zweiten Teil nur teilweise zutreffen, ist aber dennoch instruktiv: Danach zerfällt der *Sozialdeterminismus* ebenso in zwei Teilthesen: (1) die These von der Determinierung des Technischen durch das Soziale und (2) die These von der Nicht-Determinierung beziehungsweise Nicht-Determinierbarkeit des Sozialen durch das Technische. Bis in den Untertitel des Buches hinein *Zur Entstehung und Steuerung technischer Innovationen* (Dierkes et al. 1992) findet sich ein Gestaltungsanspruch:

In dem Bemühen, sozusagen den archimedischen Punkt zu treffen, an dem der Hebel einer effizienten Technikgestaltung anzusetzen hätte, richtete sich die Aufmerksamkeit der Forschung in den vergangenen Jahren zunehmend sowohl auf jene Faktoren, die den Prozess der Technikentwicklung bestimmen, als auch auf die Bedingungen, die zu der konkreten Gestalt einer Technik führen, mit dem Ziel, hier Einflussmöglichkeiten auf die Technikgestaltung zu finden. (Dierkes et al. 1992: 8/9)

Durch eine geschickte Gestaltung des gesamten Prozesses der Technikentwicklung könne danach Technikentwicklung in gewünschte Richtungen getrieben beziehungsweise könnten unerwünschte Entwicklungen verhindert werden. Hieraus folgt also – in Entgegensetzung zum obigen prognostischen Imperativ – ein *prozeduraler* Imperativ, die »Gestaltungsprozesse zu gestalten«. Der Kausalpfeil weist hier vom Sozialen zur Technik, und damit ist auch ein entsprechendes Modell der Zeitverhältnisse verbunden: zeitlich primär sind die sozialen Gestaltungsprozesse, daran anschließend kommt es zu einer entsprechend gestal-

teten Technik. Dies wird vielleicht nirgends deutlicher auf den Punkt gebracht als in der Metapher von Leitbildern als den »Genen« der Technikentwicklung (Dierkes et al. 1992): Leitbilder als Elemente der sozialen Konstruktion von Technik legen in dieser Sicht den Phänotyp der sich daraus ergebenden technischen Entwicklung fest.

In der Gegenüberstellung von Technik- und Sozialdeterminismus – die an dieser Stelle auf eine konträre Entweder-oder-Entscheidung hinauszulaufen scheint – ist eine irritierende Beobachtung zu nennen, die in der sozialwissenschaftlichen Literatur zwar thematisiert worden ist, die aber meines Wissens zu keinen Konsequenzen geführt hat. Der sozialdeterministische Ansatz kann überraschenderweise auch im Sinne eines Technikdeterminismus gelesen werden. Durch die These, dass über Entwicklungspfade und Nutzungsmöglichkeiten der technischen Entwicklung bereits in den frühen Phasen entschieden werde, kehre der »Technikdeterminismus durch die Hintertür« zurück (Hellige 1993: 191; Dolata 2003: 84–93). Diese Lesart einer Wiederkehr des technologischen Determinismus auf anderem Wege führte zur These einer »Versteinierung« von Technik (Knie 1994: 254) und zur These, dass die »mit dem Genese-Ansatz ... verbundenen forschungspolitischen Hoffnungen ... nicht in gewünschter Weise erfüllt werden können« (Knie 1994: 257), weil durch Entscheidungen in frühen Phasen der Technikentwicklung die späteren Einflussmöglichkeiten stark begrenzt würden. Auf welcher Seite die treibenden und auf welcher die getriebenen Faktoren liegen, oder wo die abhängigen und wo die unabhängigen Variablen sind, erscheint hier auf einmal nicht mehr eine Frage empirisch beobachtbarer Verhältnisse, sondern eine Frage der *Deutung und Interpretation* zu sein. Diese Beobachtung gibt einen wertvollen Hinweis zur Deutung der Thesen von Sozial- oder Technikdeterminismus.

Einen weiteren Hinweis liefert die Beobachtung, dass Sozial- oder Technikdeterminismus – in der hier verwendeten zugespitzten Bedeutung – grundsätzlich oder wenigstens zumeist als *generelle* Behauptungen auftreten. Es geht darum, ob »die« Technik »das Soziale« determiniere oder umgekehrt. Insofern individuelle Fallbeispiele untersucht werden, wird in der Auswertung auf die Verallgemeinerung gezielt. Generalisierung ist ein wesentlicher Impetus der wissenschaftlichen Arbeit. Technik- und Sozialdeterminismus als wissenschaftliche Verhaltungen zur Beziehung zwischen Technik und Gesellschaft stellen daher – nicht überraschend – *generalisierte* Thesen dar. Fallbeispiele können immer nur begrenzt zu ihrer Rechtfertigung herangezogen werden. Denn der Generalisierung empirischer Aussagen – die im Falle des Verhältnisses von Technik und Gesellschaft immer Rekonstruktionen von Fallbeispielen sind – sind enge Grenzen gesetzt: Zwischen einer begrenzten Zahl von Fallstudien und der Generalisierung klafft grundsätzlich eine erhebliche Lücke.

Die Abstraktion von individuellen Situationen und Fallstudien zu allgemeinen Aussagen wie den Thesen des Sozial- oder Technikdeterminismus ist daher nicht *logisch*, sondern nur über *Deutungen* möglich, in denen das Allgemeine im Individuellen *konstruktiv bestimmt wird*. Bereits in Vergleichen von Fallstudien untereinander – die schließlich über eine Übertragbarkeit der Ergebnisse und damit eine Verallgemeinerbarkeit der Erkenntnisse entscheiden – gehen Deutungen ein, welche selbst häufig Gegenstand von Kontroversen sind. Diese Deutungen mit ihren unhintergebar konstruktiven Anteilen machen eine empirische Entscheidung zwischen Sozial- und Technikdeterminismus letztlich unmöglich (Grunwald 2003).

Sozial- und Technikdeterminismusthese sind also mit deutenden Generalisierungen verbunden. Sie beanspruchen, Allgemeines und Allgemeingültiges über das Verhältnis von Technik und Gesellschaft auszusagen, können diesen Anspruch aber nicht empirisch prüfbar einlösen. Sie überbrücken die methodische Lücke zwischen konkreten und empirischen Einzeluntersuchungen einerseits und dem beanspruchten Allgemeinen andererseits mit Deutungen und ihren konstruktiven Gehalten. Daher dürfen generalisierende Thesen dieses Typs nicht ontologisch als Aussagen über reale Sachverhalte verstanden werden. Sie bleiben Aussagen auf der generalisierenden Beschreibungsebene, während die realen Sachverhalte immer individuell sind. Zu unterscheiden sind hier strikt Beschreibung und Beschriebenes beziehungsweise Modell und Modelliertes (Janich 2001): Die Deutung des Verhältnisses von Gesellschaft und Technik als Sozial- oder Technikdeterminismus darf nicht dazu verleiten, einen solchen Determinismus als soziale Realität anzusehen. Sozial- und Technikdeterminismus sind Generalisierungen über einen einlösbaren Geltungsanspruch hinaus (Grunwald 2003). Sie haben eine »überschießende Bedeutung« und leben methodisch, metaphorisch gesprochen, in gewisser Weise über ihre Verhältnisse.

Wenn sich dies so verhält, könnte eine Folgerung lauten, auf die Thesen von Sozial- und Technikdeterminismus (und sicher noch auf eine Reihe weiterer, generalisierter, sozialwissenschaftlicher Begriffsbildungen) zu verzichten und sich stattdessen wissenschaftlich sorgfältig auf Fallstudien zu beschränken. Ein solcher Purismus würde in der Tat einige Probleme vermeiden, die eine Verwendung von Sozial- oder Technikdeterminismus jenseits des von ihnen mit Recht beanspruchbaren Status als generalisiertes Deutungsangebot mit sich bringt. Andererseits würde dieser Verzicht aber auch die konstruktive Nutzung kommunikativer Potenziale verhindern, die in generalisierten Begriffen und Thesen (häufig) angelegt sind. Generalisierungen haben vielfach in gesellschaftlicher Kommunikation einen spezifischen Sinn oder spezifische, häufig heuristische oder katalytische Funktionen (vgl. Grunwald/Julliard 2005 für die generalisierte Rede über Technik).

Denn Fragen zum und Probleme im Verhältnis von Technik und Gesellschaft sind keineswegs immer Probleme mit konkreten Techniken (zum Beispiel Kernenergie, Gentechnik oder elektromagnetische Strahlung im Mobilfunk). Lebensbewältigung und gesellschaftliche Problemlösung zum Thema »Technik« findet nicht nur in gesellschaftlichen Teilbereichen und zu konkreten Praxisfragen in ihren singulären Kontexten sozusagen auf Fallstudienebene statt, sondern auch *in Form einer übergreifenden gesellschaftlichen Diskussion*. Hier geht es zum Beispiel um Fragen wie Technik als Mittel oder Selbstzweck, Technisierung des Menschen und der Gesellschaft, Technik und die Folgen, Umgang mit technischen Risiken, Rolle der Technik in der Gesellschaft oder eben um das Verhältnis von Technikdeterminismus und Sozialdeterminismus (Grunwald/Julliard 2005). Derartige generalisierende Diskussionen haben dann auch (wenigstens potenziell) Rückwirkungen auf die partikularen Inseln der gesellschaftlichen Kommunikation über individuelle Technik(en) und auf lebenspraktische Probleme. Generalisierendes Reden eröffnet Freiräume gerade deswegen, weil zwischen der Ebene der Fallstudien und der allgemeinen Ebene eine mehr oder weniger große Lücke klafft, die durch Deutungen geschlossen werden kann, woraus sich dann wieder neue Perspektiven auf die konkreten Probleme ergeben können. Die Spannung zwischen der Ebene individueller Fallbeispiele und generalisierender Abstraktion eröffnet heuristische und kommunikative Potenziale.

Dies sei zum Anlass genommen, die Begriffe von Technik- oder Sozialdeterminismus als *generalisierende Wahrnehmungsmuster* zu verstehen. Es geht gar nicht darum zu entscheiden, ob Technik sozial determiniert oder das Soziale technisch determiniert ist. Die Funktion des Redens und Streitens über sozialen oder technischen Determinismus besteht vielmehr in der Katalyse entsprechender Fragestellungen, Problemdefinitionen und Forschungsrichtungen sowie heuristisch in der Eröffnung neuer Perspektiven, Freiheitsräume und Suchprozesse nach neuen Perspektiven auf das Feld. Planungsoptimismus, Selbstorganisationstheorie, Netzwerktheorie, Praktische Ethik, partizipative Technikfolgenabschätzung: Alle diese Ansätze geben verschiedene Antworten auf Möglichkeit und »gute Praxis« der sozialen Gestaltbarkeit von Technik. Verschieden sowohl in Bezug auf die angesprochene Ebene gesellschaftlichen Handelns, in Bezug auf die Art und Weise präferierter gesellschaftlicher Technikgestaltung, in Bezug auf die hauptsächlich betroffenen Akteure und verschieden in Bezug auf das Ausmaß der unterstellten Gestaltbarkeit. In den Begriffen von Sozial- und Technikdeterminismus fließen vielfältige Überlegungen zum Verhältnis von Technik und Gesellschaft, Einschätzungen zukünftiger Technik und Fragen einer zukünftigen Gesellschaft zusammen. Entscheidend ist nicht, die Frage nach der Gestaltbarkeit von Technik mit einem Ja oder einem Nein zu beantworten; entscheidend sind vielmehr die Differenzierungen nach Akteuren, Intentionen, Gegenstands-

bereichen, Gestaltungsinstrumenten und nach den Erfolgsaussichten von Gestaltungsansätzen. Es gilt, die Sozial- und Technikdeterminismusthese wissenschaftlich und gesellschaftlich zu »prozessieren«, sie von verschiedenen Seiten zu beleuchten und unter verschiedenen Perspektiven zu interpretieren und sie auf diese Weise kreativ zu nutzen.

Damit werden Technik- und Sozialdeterminismus zu, kantisch gesprochen, *Formen der Anschauung*, nicht in einem transzendentalen Sinne, aber in einem pragmatischen Verständnis. Technik- und Sozialdeterminismus sind keine Behauptungen über eine bestimmte Verfasstheit realer Verhältnisse, sondern Formen, die bestimmten Deutungsleistungen entstammen, dann aber ihre eigenen Wirkungen auf die wissenschaftliche und gesellschaftliche Wahrnehmung des Verhältnisses von Technik und Gesellschaft ausüben. Sie haben Einfluss auf die Art und Weise, wie wir Technikentwicklung und Technikfolgen wahrnehmen und mit welchen Fragen wir an diese wissenschaftlich herantreten. Sie dienen als Experimentierfeld für Fragestellungen in Fallstudien, als *open space* zur Generierung neuer Fragestellungen und damit als Heuristiklabor für die sozialwissenschaftliche Technikforschung.

3 Zeitbezüge und Kausalverhältnisse

3.1 Perspektiven der Zuschreibung

Wenn Sozial- und Technikdeterminismus im genannten Sinne als Reflexionsbegriffe für generalisierte Wahrnehmungsmuster fungieren und keine empirisch prüfbareren Hypothesen darstellen, dann kann es zwischen ihnen nicht einfach einen Widerspruch geben, wie ihn die bisherige Formulierung der Thesen nahelegte (Kapitel 2.1), was die Bestimmung der determinierenden und der determinierten Elemente einer Kausalbeziehung betrifft. In der Tat lässt sich dieser scheinbare Widerspruch in einem ersten Schritt unterschiedlichen zeitlichen Perspektiven zuordnen.

Im linearen Lebenszyklusansatz für technische Produkte, Verfahren oder Systeme wird – jedenfalls *ex post* – die Geschichte von konkreten Techniken in verschiedene Phasen zerlegt. Solange es um die Phase der Konzeptualisierung und der Auslegung des Designs bis hin zur Produktion von Technik geht – also die Technikgenese –, scheinen sozialdeterministische Ansätze zumindest »als Perspektive« auf das Feld eine große Plausibilität zu besitzen. Dies entspricht zum Beispiel der handlungstheoretischen Deutung der Entstehung von Technik durch die Handlungen und Entscheidungen ganz konkreter Akteure. Auch die

Technikgeneseforschung hat umfangreiches Material für einen entsprechenden »Indizienprozess« bereitgestellt (Dierkes 1997; Weyer et al. 1997). Die Genese von Technik lässt sich plausibel als geplanter (sozialer) Prozess, etwa wie von Bender in diesem Band dargestellt, als Institutionalisierungsprozess rekonstruieren, dessen Resultat im Vorliegen der jeweiligen Technik besteht (vgl. auch Bender 2006).

Ist dann die Technikgenese abgeschlossen und sind konkrete Techniken in der Nutzung, kommt es zu *Technikfolgen*. Aus der TA ist bekannt, dass diese oft nur teilweise erwartet oder beabsichtigt waren, sondern dass es zu unvorhergesehenen Überraschungen und Entwicklungen kommt (für dramatische Fälle vgl. Harremoës et al. 2002). Diese technikinduzierten Entwicklungen verändern damit auch die Randbedingungen und Einflussfaktoren für sich daran anschließende Prozesse sozialer Technikgestaltung in anderen Feldern. Hier ist ein Stück weit ein technikdeterministischer Ansatz angebracht, und auch dafür gibt es eine Reihe von Belegen – wobei »Technikdeterminismus« hier nur bedeutet, dass sich die Technikfolgen wenigstens zum Teil einer Planbarkeit *ex ante* entziehen.

Zur Illustration sei an die Geschichte der Kernenergie erinnert. Entstanden ist sie, so würde man in technikgenetischer Perspektive formulieren, in einem expertokratischen Netzwerk aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik durch Kommunikation und Entscheidungserien unter bestimmten Akteuren mit bestimmten Interessen und Zielen unter konkreten Randbedingungen. Dies führt sodann zu einer zunächst erfolgreichen Implementation – bis die unvorhergesehene Ablehnung in weiten Teilen der Bevölkerung entstand. Dieser Technikkonflikt ist bereits eine – weithin unvorhergesehene – Technikfolge, welche sodann über die Mobilisierung der Bevölkerung, die Schaffung einer skeptischeren Stimmung gegenüber technischen Fortschritt, Großtechnik und Expertentum auch die Randbedingungen für neuere Prozesse der Technikgenese veränderte, bis hin zur Frage des radioaktiven Abfalls und möglichen deliberativen Verfahren einer Endlagersuche (Hocke/Grunwald 2006).

Es geht also nicht mehr darum, zwischen Sozial- und Technikdeterminismus zu entscheiden oder vermittelnde Zwischenpositionen zu konzeptualisieren und dann empirisch zu untermauern. Vielmehr ist es sinnvoll, nach der Evidenz und den Implikationen bestimmter konzeptioneller Entscheidungen für oder gegen Sozial- oder Technikdeterminismus und ihren Orten in den konkreten Prozessen der Technikentwicklung und der Nutzung zu fragen.

3.2 An der Schnittstelle zwischen Technik- und Sozialdeterminismus

An dieser Stelle stellt sich die Frage nach dem Punkt, an dem Sozial- und Technikdeterminismus eventuell doch aufeinandertreffen und in einen direkten Konflikt geraten können. Reicht in der genannten Unterscheidung der verschiedenen Perspektiven *ex ante* und *ex post* auf Technik die Gestaltungsperspektive gerade (idealtypisch) bis zur physischen Existenz der betreffenden Technik, bis zur Inbetriebnahme oder bis zur Markteinführung, so beginnt die Folgenperspektive genau erst dann. Eine einfache Komplementarität beider Perspektiven, wie sie scheinbar möglich wäre, stellt sich jedoch trotzdem nicht ein.

Denn der Sozialdeterminismus hat weiterreichende Ambitionen: Er begnügt sich nicht damit, die Herstellung technischer Artefakte als sozialen Prozess zu rekonstruieren und entsprechende Muster wie zum Beispiel die leitbildorientierte Technikgestaltung aufzudecken, sondern er beansprucht, *in die Folgendimension hinein zu reichen*. Ziel ist nicht einfach, Technik herzustellen, sondern Ziel ist, Technik so herzustellen, dass es keine Probleme mit den Folgen gibt (diese Gedankenfigur wurde in Kapitel 2.1 als Reminiszenz des Planungsoptimismus kurz genannt).

Zu einem Teil reichen die mit der Technikgenese verbundenen Folgenerwartungen in die sich dann entwickelnde Realität hinein, wenn auch vielleicht nicht immer in der intendierten Weise. So haben prospektive Konzeptionen von den Technikfolgen häufig Einfluss darauf, wie die realen Technikfolgen dann interpretiert werden. Beispielsweise haben die hohen, letztlich auf technikdeterministischen Gedanken beruhenden Ideen, dass das Internet zu einer Erneuerung der Demokratie führen werde, dazu geführt, dass in der Phase der Ernüchterung in hohem Maß Defizitanalysen durchgeführt wurden (Grunwald et al. 2006). Zum Beispiel wurde die Nichtnutzung des Internet durch große Bevölkerungsgruppen zunächst nur als Defizit interpretiert – der »blinde Fleck« der Debatte um die digitale Spaltung (Riehm/Krings 2006).

Damit lässt sich die Streitfrage Technik- oder Sozialdeterminismus (mit den entsprechenden Folgen für die TA) in folgender Weise präzisieren: Wie weit reichen die Gestaltungsmöglichkeiten, die in der Technikgenese unzweifelhaft vorhanden sind, in die Folgendimension *ex post* hinein? Der Gestaltungsoptimismus der neunziger Jahre würde hier mit weitreichenden Versprechungen aufwarten, während der Technikdeterminismus der siebziger Jahre eine solch große Reichweite der Technikgenese komplett ablehnen würde.

Die Frage Technik- oder Sozialdeterminismus ist also weder eine disjunkte und nach einem Entweder-oder-Modell entscheidbare Alternative noch eine disjunkte Beschreibung durch zwei unvereinbare, aber komplementäre und auf der Zeitachse sauber getrennte Perspektiven.

Vielmehr stellt sich nun die Frage nach der *Reichweite des Sozialdeterminismus* in die Folgendimension hinein. Dieses ist nun, anders als die (falsche) Alternative Technik- oder Sozialdeterminismus, eine Frage *mit empirischem Gehalt*. Technikwirkungsforschung könnte hier mit Falluntersuchungen ansetzen – sich dann allerdings ebenfalls mit den angesprochenen Problemen einer induktiven Generalisierung auseinandersetzen.

3.3 Der doppelte Zukunftsbezug von Technik

Die oben (3.1) getroffene Unterscheidung in eine *Ex-ante*- und eine *Ex-post*-Perspektive relativ zur »Fertigstellung« von Technik ist nur ein erster Schritt in der Analyse der Zeitbezüge zwischen Technik und Gesellschaft. Diese Unterscheidung wird nun ausgebaut in Richtung auf Wechselbezüge zwischen beiden Perspektiven, welche weitere Differenzierungen erlauben. Hierzu seien zunächst unterschieden: Zukunftsbezug (1) *ex ante* und (2) *ex post* von Technik (nach Grunwald 2000).

Ad 1: Technik wird relativ zu Zielen und Zwecken entwickelt; Technikentwicklung soll bestimmte technische Funktionen und Leistungsmerkmale realisieren. Das Lastenheft enthält die Summe aller Leistungsmerkmale, die die zu entwickelnde Technik aufweisen soll. Dieses Lastenheft bezieht sich nun aber nicht auf die Gegenwart der Technikentwicklung, sondern zielt auf einen zukünftigen Techniknutzer, dessen Intentionen und Bedarfe antizipiert werden, um Akzeptanz für die in Entwicklung befindliche Technik zu finden: Technik wird auf Modellmärkte hin entwickelt (Kowol/Krohn 1995: 81f., 101). Auch die antizipative Erforschung und Reflexion von Technikfolgen in einem ganz allgemeinen Sinn ist auf die Folgen von Entwicklung, Produktion, Verwendung oder Entsorgung dieser Technik bezogen und erstreckt sich damit immer auf zukünftige Zeithorizonte. Strategische Entscheidungen über Technik in Unternehmen – über neue Produkte, neue Produktionsverfahren oder neue Produktionsanlagen –, politische, technikrelevante Regulierungen (wie zum Beispiel die Altkaroverordnung) und Entscheidungen von Ingenieuren über die Wahl dieses oder jenes Materials für ein Bauteil erfolgen daher stets vor dem Hintergrund von Zukunftserwartungen. In die ganz konkrete Technikentwicklung gehen Zukunftsbilder und Zukunftsentwürfe ein, seien sie deskriptiver Art wie Trend extrapolierende Prognosen (etwa über die Marktentwicklung) oder normativer Art (wie Zielsetzungen, aber auch Welt- und Menschenbilder). Diese technikenetische Perspektive ist damit eine Teilnehmerperspektive. Ihr entspricht notwendig eine gewisse sozialdeterministische Komponente als Vorbedingung für ihr konkretes Technik gestaltendes Handeln und die entsprechende Motivation dafür. Es bleibt pragmatisch nichts anderes, als sich in der Technikgestaltung

von einem bestimmten Maß an Vertrauen in die Erfolgchancen der Gestaltungsbemühungen leiten zu lassen (Grunwald 2003). Sozialdeterminismus ist in dieser Hinsicht eine notwendige Disposition für bestimmte Handlungsmuster.

Ad 2: Wenn Technik entwickelt ist und in gesellschaftliche Nutzungskontexte »entlassen« wird, finden Adaptions- und Enkulturationsprozesse statt. Die Technik – wenn sie denn gesellschaftlich angenommen wird – verändert Gewohnheiten, Lebensstile, ökonomische Verhältnisse, soziale Zusammenhänge bis hin zu konstitutiven kulturellen Elementen. Technik ist faktisch für die Zukunft prägend, unabhängig davon, ob dies im Sinne ihrer Entwickler erfolgt oder nicht (Beispiele sind die Verbreitung des Telefons, die Erfindung der Atombombe und die gegenwärtige Digitalisierung und informationelle Vernetzung). Die Relikthaftigkeit der Technik, ihre Beständigkeit, sorgt für immer neue Anwendungsoptionen. Neue Zwecke und Wendungen werden erfunden. Einmal implementierte Technik ist dann Bestandteil der nachfolgenden Welt – bis zu ihrer Entsorgung. Ist Technik einmal »in die Welt gesetzt«, zieht sie eine unabsehbare Menge an Folgen, Nebenwirkungen usw. hinter sich her, indem sie zum Inventar der zukünftigen Welt gehört. Diese Folgen und Wirkungen sind dann Gegenstand der empirischen Technikfolgenforschung. Direkter Ausdruck des Zukunftsbezuges *ex post* ist die bekannte Tatsache, dass aktuelle Probleme häufig in teilweise lange zurückliegenden Technikentscheidungen und -entwicklungen ihren Ursprung haben. Hier wäre zum Beispiel an die Karstproblematik im Mittelmeerraum zu denken, die auf dem durch Technik bedingten Holzbedarf verursachten Kahlschlag zur Römerzeit und im Mittelalter beruht. Als ein aktuelles Problem fällt die Entsorgungsproblematik radioaktiver Abfälle in diese Kategorie (Hocke/Grunwald 2005).

Der doppelte Zukunftsbezug von Technik ist nicht erst eine Erfahrung der technisierten Gesellschaft. Der Kathedralenbau des Mittelalters als Beispiel zeigt einerseits die Zukunftserwartungen von Menschen, die ihre ganze Kraft in den Dienst einer Sache gestellt haben, deren Fertigstellung sie keine Chance hatten zu erleben. Technikgestaltung wurde hier in einer hochgradig nicht utilitären Perspektive vorgenommen, die vor allem auf transzendente Zukunftserwartungen gegründet war. Andererseits hatte und hat diese so vorgenommene Technikentwicklung Folgen, die diesen Transzendenzerwartungen in keiner Weise entsprechen; die heutige Rolle von derartigen Bauwerken in der Tourismusindustrie stellt eine solche Folge dar. Durch ihr bloßes Vorhandensein nehmen diese Bauwerke eine Bedeutung ein, die mit der ursprünglichen Zweckbestimmung nichts zu tun hat.

Nun kann aus der Anerkennung des Zukunftsbezuges zweiter Art nicht einfach geschlossen werden, dass es auf den Zukunftsbezug erster Art nicht ankomme, dass also Technikgestaltung nach dem Prinzip von Versuch und Irr-

tum funktioniere, weil vermeintlich die Folgen von den Intentionen unabhängig seien, wie das obige Kathedralenbeispiel suggeriert. Dies wäre eine radikale Antwort auf die am Ende von 3.2 formulierte Frage nach der Reichweite einer sozialdeterministischen Technikgenese in den Folgenbereich hinein: Diese Reichweite wäre danach null.

Ebenso kann aus der Anerkennung des Zukunftsbezuges erster Art nicht geschlossen werden, dass es eine (planungsoptimistische) Möglichkeit gebe, durch geschickte soziale Gestaltung der Geneseprozesse die Folgendimension komplett zu determinieren. Dies wäre ebenfalls eine radikale Antwort, dieses Mal die entgegengesetzte Antwort einer maximalen Reichweite.

Zur Aufhellung des Zwischenraumes, der entsteht, wenn beide radikalen Antworten abgelehnt werden, ist daran zu erinnern, dass es in *beiden* Zukunftsperspektiven um *Folgen* geht: zum einen um intendierte oder befürchtete, jedenfalls um hypothetische und prospektive Technikfolgen, zum anderen um empirisch beobachtbare Folgen. Die zentrale Frage nimmt dann die Gestalt an, dass es darum geht zu untersuchen, inwieweit es gelingt, durch prospektive Überlegungen und entsprechende Prozessgestaltung das zu präjudizieren, was später einmal empirisch beobachtbar sein wird. Inwieweit prospektive Überlegungen empirische Folgen beeinflussen, ist Gegenstand von Wirkungsforschung. Hier zeigt sich die oben angedeutete Fruchtbarkeit von Sozial- und Technikdeterminismus als generalisierten Wahrnehmungsmustern.

3.4 Die Kontingenz der Unterscheidung

Sozial- und Technikdeterminismus als generalisierte Wahrnehmungsmuster oder »Formen der Anschauung« zu verstehen, führt auf die Frage, woher denn diese selbst kommen und warum sich manch einer für die eine, und manch anderer für das Gegenteil entscheidet. Auch kann nach den *Folgen* einer bestimmten Wahl gefragt werden. Denn diese Begriffe enthalten wesentlich ein Element der *Selbstbeschreibung der Gesellschaft*. Gesellschaftliche Akteure, die mit diesen Begriffen operieren, *deuten gesellschaftliche Prozesse* in bestimmter Weise – eben als technologischen Determinismus, als Evolution oder als intentionale Gestaltung. Diese Beschreibungen jedoch sind nicht nur externe Beschreibungen, sondern entfalten faktische Kraft, wenn es zum Beispiel darum geht, auf der Basis einer spezifischen Deutung Aufgaben für die Technikfolgenabschätzung zu definieren und entsprechende Institutionen zu entwerfen und zu implementieren. Generalisierende Beobachter und Deuter des Verhältnisses von Technik und Gesellschaft sind nicht nur außen stehende Beobachter und Deuter, sondern auch *Teilnehmer* an entsprechenden Meinungsbildungs- und Entscheidungsprozessen. Deutungsmacht ist auch eine Form von Macht.

Wenn Technikentwicklung zum Beispiel als evolutionärer, naturwüchsig ablaufender Vorgang angesehen wird, dessen Folgen fatalistisch nur als Schicksal hingenommen werden können, besteht keine Motivation zu vielleicht mühsamen und kostenintensiven Gestaltungsversuchen in gesellschaftlicher Perspektive. Wenn andererseits Technik als in starkem Sinne sozial konstruierbar angesehen wird, kann dies nach hinreichend vielen Misserfolgen zu Frustration führen und ins Gegenteil umschlagen. Reflexion auf die Grundbegriffe gesellschaftlicher und wissenschaftlicher Technikdebatten ist daher ein wichtiges Mittel der Selbstaufklärung, um nicht blind in die Fallen der eigenen Voreinstellungen und der auf dieser Basis gewählten Wahrnehmungsmuster zu laufen.

Was sich hieran auch erkennen lässt, ist ein Moment der Kontingenz. Wenn Hoffnung bestünde, zwischen Technik- und Sozialdeterminismus empirisch zu entscheiden, läge ein klassisches Wissensdefizit über beobachtbare Entwicklungen vor, das Forschung schließen können sollte. Wenn die Analyse in diesem Beitrag zutreffend ist, geht genau das hier jedoch nicht. Denn dann sind Technik- und Sozialdeterminismus gerade nicht empirisch beobachtbare Kausalverhältnisse, sondern generalisierte Wahrnehmungsmuster und als solche nicht Eigenschaften des beobachteten Systems, sondern beide soziale Konstrukte, mittels derer wir bestimmte Phänomene an der Schnittstelle zwischen Technik und Gesellschaft beobachten. Insbesondere wäre der Sozialkonstruktivismus radikaler zu verstehen als üblich: Die Disposition des Sozialkonstruktivismus wäre selbst gesellschaftlich konstruiert und würde damit kontingent. Wie selbstverständlich dann auch eine gesellschaftliche Disposition des Technikdeterminismus sozial konstruiert wäre – auf dieser Ebene sind Technik- und Sozialdeterminismus als generalisierte Wahrnehmung gleichberechtigt. Es wäre dann nicht einfach so, dass sich Technik sozial konstruieren ließe, sondern bereits die vorgängige Unterscheidung zwischen Technik- und Sozialdeterminismus wäre sozial konstruiert.

Wenn es also in diesen Dispositionen in den letzten Jahrzehnten zu dem beobachteten »Schwanken« gekommen ist, lässt sich nunmehr die Ursache recht leicht angeben: Es ist das Schwanken in den gesellschaftlichen Wahrnehmungsmustern, in den relevanten wissenschaftlichen »Formen der Anschauung« und den entsprechenden dominanten Dispositionen. Es könnte weiter gefragt werden, warum zu bestimmten Zeiten bestimmte Dispositionen dominant waren und sind – aber das führt über den vorliegenden Beitrag weit hinaus.

5 Schlussfolgerungen für die Technikfolgenabschätzung

Technikfolgenabschätzung (TA) ist auf Modelle der technischen Entwicklung und ihrer Einbettung in die Gesellschaft angewiesen. Als intendierter Beitrag zu gesellschaftlichen Meinungsbildungen und Entscheidungsprozessen kommt sie ohne Modelle dieser Praxen nicht aus. Von der Modellierung hängen Aussagen über Gegenstände, Ziele und Adressaten der aus dem Technikfolgenwissen sich ergebenden Handlungsoptionen ab (Grunwald 2002). Die in der TA verwendeten Modelle sind jedoch häufig implizit, ebenso wie darin versteckte Zukunftsverständnisse (Grunwald 2003). Die Implizitheit gefährdet das Ideal der Transparenz. Aus der hier vorgelegten Analyse ergeben sich daher in Kürze folgende Konsequenzen für die TA:

1. *Transparenz:* Es ist genau zu konkretisieren, was kontextuell als das sozial Gestaltbare und was als durch Technik determinierte Folgen angesehen wird. Selbstverständlich ist zu begründen, warum die Einschätzung so und nicht anders ausfällt. Die Unterscheidung zwischen dem Gestaltbaren und dem Nicht-Gestaltbaren gehört zu den wesentlichen Weichenstellungen einer TA-Studie, mit erheblichen Folgen bereits für die Auslegung der Studie, noch mehr vermutlich für ihre Ergebnisse. Versteckte Determinismen können das Erkennen vorhandener Handlungsspielräume be- oder verhindern, sie können zu Sachzwangargumentationen Anlass geben, die den Blick für Alternativen verbauen. Nicht von ungefähr gehört es zu den Üblichkeiten in vielen TA-Projekten, Handlungsoptionen zu entwickeln und vermeintliche Eigendynamiken zu durchbrechen (Grunwald 2002: 197ff.). Umgekehrt können allzu optimistische Annahmen über eine soziale Gestaltbarkeit den Blick für die vorhandenen Eigendynamiken und Zwänge trüben und motivationale Energien ins Leere und in die Frustration laufen lassen. Transparenz in Bezug auf Gestaltbarkeits- oder Determinismusanahmen – und nicht nur in Bezug auf normative Bestandteile und Wertungen – gehört zu den wesentlichen Voraussetzungen einer reflektierten TA.

2. *Methodik:* Die eingesetzte Methodik muss die genannten Probleme reflektieren und die Grenze zwischen dem Gestaltbaren und dem als nicht gestaltbar Angenommenen deutlich machen. Prognosen im klassischen Sinne beziehen sich gerade auf als eigendynamisch angenommene Entwicklungen vor dem Hintergrund deterministischer Vorstellungen (Grunwald 2003). Szenarienbildungen hingegen sind offen in Bezug auf als gestaltbar und als deterministisch angenommene Anteile (Grunwald 2002: Kapitel 9.4). Sie enthalten stets einen Rahmen, der für unveränderlich gehalten wird (zum Beispiel sogenannte Megatrends), innerhalb dessen dann Handlungsoptionen als Gestaltungselemente entwickelt werden können. In dieser Sicht stellen Szenarien verschlüsselte Mani-

festationen von Unterscheidungen zwischen als determiniert und als gestaltbar angenommenen Entwicklungen dar.

3. *Verhältnis von Teilnehmer- und Beobachterperspektive*: Gestaltung, für die die TA Wissen und Orientierung bereitstellen soll, erfolgt grundsätzlich in einer Teilnehmerperspektive, während die Sichtweisen auf Technik- oder Sozialdeterminismus beobachtungssprachlich gemeint sind. Hier gilt es grundsätzlich zwischen Beschreibung und Beschriebenem zu unterscheiden. Der Unterschied zwischen Sätzen wie »Technikentwicklung lässt sich als Evolution beschreiben« (Halfmann 1996: 104) und »Technikentwicklung ist Evolution« ist ein Unterschied ums Ganze. Die verschiedenen Zeitverhältnisse, die sich in Technik- und Sozialdeterminismus zeigen, sind unter den jeweiligen Perspektiven der Teilnehmer und der Beobachter transparent zu differenzieren.

4. *Reflexive Sorgfalt*: TA ist, mehr noch als die sozialwissenschaftliche Technikforschung, nicht ein außen stehender Beobachter des Geschehens, sondern auch ein Teilnehmer, durch dessen Handeln und Wissen Einfluss genommen wird. Einschätzungen zu Determinismusfragen seitens der TA haben daher möglicherweise auch eine »selbst erfüllende« oder »selbst zerstörende« Qualität, wenn sich zum Beispiel die Adressaten bestimmten Einschätzungen zu diesen Fragen anschließen. Diese Situation erfordert eine besondere »reflexive« Sorgfalt mit generalisierenden Einschätzungen vom Typ des Sozial- oder Technikdeterminismus. Der Erfolg und die jeweilige Aufgabe von TA liegen im Einzelfall, für den die generalisierende Rede nur heuristische und orientierende Funktion haben kann. Voreilige Generalisierungen und die Ineinssetzung des dadurch Beschriebenen mit der generalisierenden Beschreibung führen zu Aporien und Polemik.

Literatur

- Bender, Gerd, 2006: *Technologieentwicklung als Institutionalisierungsprozess: Zur Entstehung einer soziotechnischen Welt*. Berlin: edition sigma.
- Bijker, Wiebe E./John Law (Hrsg.), 1992: *Shaping Technology/Building Society: Studies in Sociotechnical Change*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Wiebe E. Bijker/Thomas P. Hughes/Trevor Pinch (Hrsg.), *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technological Systems*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Dierkes, Meinolf, 1999: In: Thomas Petermann/Reinhard Coenen (Hrsg.), *Technikfolgenabschätzung in Deutschland*. Frankfurt a.M.: Campus.
- (Hrsg.), 1997: *Technikgenese: Befunde aus einem Forschungsprogramm*. Berlin: edition sigma.

- Dierkes, Meinolf/Ute Hoffmann/Lutz Marz, 1992: *Leitbild und Technik: Zur Entstehung und Steuerung technischer Innovationen*. Berlin: edition sigma.
- Dolata, Ulrich, 2003: *Unternehmen Technik. Akteure, Interaktionsmuster und strukturelle Kontexte der Technikentwicklung: Ein Theorierahmen*. Berlin: edition sigma.
- Grunwald, Armin, 2000: *Technik für die Gesellschaft von morgen: Möglichkeiten und Grenzen gesellschaftlicher Technikgestaltung*. Frankfurt a.M.: Campus.
- , 2002: *Technikfolgenabschätzung: Eine Einführung*. Berlin: edition sigma.
- , 2003: Die Unterscheidung von Gestaltbarkeit und Nicht-Gestaltbarkeit der Technik. In: Armin Grunwald (Hrsg.), *Technikgestaltung zwischen Wunsch und Wirklichkeit*. Berlin: Springer, 19–38.
- Grunwald, Armin, et al., 2006: *Netzöffentlichkeit und digitale Demokratie: Tendenzen politischer Kommunikation im Internet*. Berlin: edition sigma.
- Grunwald, Armin/Christian Langenbach, 1999: Die Prognose von Technikfolgen: Methodische Grundlagen und Verfahren. In: Armin Grunwald (Hrsg.), *Rationale Technikfolgenbeurteilung: Konzeption und methodische Grundlagen*. Berlin: edition sigma, 93–131.
- Grunwald, Armin/Yannick Julliard, 2005: Technik als Reflexionsbegriff – Überlegungen zur semantischen Struktur des Redens über Technik. In: *Philosophia naturalis* 42(1), 127–157.
- Halfmann, Jost, 1996: *Die gesellschaftliche »Natur« von Technik*. Opladen: Leske + Budrich.
- Hellige, Hans Dieter, 1993: Von der programmatischen zur empirischen Technikgeneseforschung. In: *Technikgeschichte* 60, 186–223.
- Hocke-Bergler, Peter/Armin Grunwald (Hrsg.), 2006: *Wobin mit dem radioaktiven Abfall?* Berlin: edition sigma.
- Janich, Peter, 2002: Modelle und Modelliertes. In: Carl Friedrich Gethmann/Stephan Lingner (Hrsg.), *Integrative Modellierung zum Globalen Wandel*. Berlin: Springer.
- Knie, Andreas, 1994: Gemachte Technik: Zur Bedeutung von »Fahnenträgern«, »Promotoren« und »Definitionsmacht« in der Technikgenese. In: Werner Rammert/Gotthard Bechmann (Hrsg.), *Konstruktion und Evolution von Technik* (Technik und Gesellschaft, Jahrbuch 7). Frankfurt a.M.: Campus, 41–66.
- Lutz, Burkhard, 1991: Was sind Defizite von TA-Forschung? Drei einleitende Überlegungen. In: Horst Albach/Diethard Schade/Hansjörg Sinn (Hrsg.), *Technikfolgenforschung und Technikfolgenabschätzung*. Berlin: Springer, 65–79.
- Mittelstraß, Jürgen, 1974: *Die Möglichkeit von Wissenschaft*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Paschen, Herbert, 1975: Technology Assessment als partizipatorischer und argumentativer Prozess. In: Heinz Haas (Hrsg.), *Technikfolgen-Abschätzung*. München: Oldenbourg, 45–54.
- Petermann, Thomas (Hrsg.), 1991: *Technikfolgen-Abschätzung als Technikforschung und Politikberatung*. Frankfurt a.M.: Campus.
- Rammert, Werner, 1994: Konstruktion und Evolution von Technik. In: Werner Rammert/Gotthard Bechmann (Hrsg.), *Konstruktion und Evolution von Technik* (Technik und Gesellschaft, Jahrbuch 7). Frankfurt a.M.: Campus, 7–11.
- Rapp, Friedrich, 1978: *Analytische Technikphilosophie*. Freiburg: Alber.
- Riehm, Ulrich/Bettina-Johanna Krings, 2006: Abschied vom »Internet für alle?« Der »blinde Fleck« in der Diskussion zur digitalen Spaltung. In: *Medien & Kommunikationswissenschaft* 54(1), 75–94.
- Rip, Aric/Thomas J. Misa/Johan Schot (Hrsg.), 1995: *Managing Technology in Society*. London: Pinter.

- Ropohl, Günter, 1982: Kritik des technologischen Determinismus. In: Friedrich Rapp/Paul Thomas Durbin (Hrsg.), *Technikphilosophie in der Diskussion*. Braunschweig: Vieweg, 3–18.
- , 1999: *Allgemeine Technologie: Eine Systemtheorie der Technik*. München: Hanser.
- Schwemmer, Oswald, 1987: *Handlung und Struktur*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Spencer Brown, George, 1979: *Laws of Form*. Neudruck. New York: Dutton.
- Weingart, Peter (Hrsg.), 1989: *Technik als sozialer Prozess*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Weyer, Johannes, 1997: Partizipative Technikgestaltung: Perspektiven einer neuen Forschungs- und Technologiepolitik. In: Johannes Weyer et al., *Technik, die Gesellschaft schafft: Soziale Netzwerke als Ort der Technikgenese*. Berlin: edition sigma, 329–346.
- Weyer, Johannes, et al., 1997: *Technik, die Gesellschaft schafft: Soziale Netzwerke als Ort der Technikgenese*. Berlin: edition sigma.

Die Verzahnung von technologischen und sozialen Determinismen und die Ambivalenzen von Handlungsträgerschaft im »Constructive Technology Assessment«

Arie Rip

Ansätze eines technologischen oder eines sozialen Determinismus in der Analyse soziotechnischer Entwicklungen sind in der Literatur intensiv und zumeist als einander ausschließende Sichtweisen diskutiert worden. Derartige Entgegensetzungen machen es sich allerdings zu einfach und führen zu Fehlschlüssen. Die Bezeichnung »Determinismus« ist keine neutrale Kategorie: Sie weist entweder in Richtung sozialer oder in Richtung technologischer Handlungsträgerschaft, da die Kausalität und damit die Verantwortlichkeit wahlweise der sozialen beziehungsweise der technologischen Seite zugewiesen wird. Soziale Akteure wechseln fortwährend zwischen diesen beiden Polen: Sie ordnen die Kausalität einerseits der Technologie selbst als einem von außen kommenden Faktor zu und weisen Verantwortung von sich ab. Zugleich beanspruchen sie aber, selbst verantwortlich zu sein und aktiv Einfluss auf den Technisierungsprozess nehmen zu können. Jerry Ravetz (1975: 46) hat diese Ambivalenz sehr treffend beschrieben: »Science takes credit for penicillin, but Society takes the blame for the Bomb.« Ein eindrückliches Beispiel für die oft widersprüchliche Kopplung von Kausalität und Verantwortung bietet die Diskussion um die Freigabe von Schusswaffen in den USA. Sind es Menschen oder Waffen, die Menschen töten? Die *Guns-and-Roses*-Diskussion in sozialwissenschaftlichen Zeitschriften ist mehr als eine rein akademische Debatte.¹ Indem Sozialwissenschaftler die eine oder andere Spielart des Technik- oder Sozialdeterminismus vertreten, werden sie direkt oder indirekt Teil der gesellschaftlichen Auseinandersetzung.

Als ein Ansatz, der darauf zielt, intervenierend in Prozesse der Genese und Entwicklung von Technik einzugreifen, oder besser gesagt, der die involvierten Akteure in die Lage versetzen soll, frühzeitiger und produktiver derartige Prozesse mitzugestalten, muss auch Constructive Technology Assessment (Constructive TA) in diesen Auseinandersetzungen Position beziehen (Rip et al. 1995; Schot/Rip 1997).

¹ Siehe die *Guns-and-Roses*-Debatte zwischen Kling (1992a, b) und Grint/Woolgar (1992) sowie Latours Darstellung desselben Themas (1999, Kapitel 6).

Obleich der Gegensatz zwischen Technik- und Sozialdeterminismus zu einfach gefasst ist und man versucht sein könnte, ganz auf diese Kategorien zu verzichten oder sie zumindest neu zu formulieren, können beide Determinismen, konstruktiv aufeinander bezogen, wichtige Bausteine zur analytischen Herangehensweise und theoretischen Erklärung der *de facto* fortwährend stattfindenden Umgestaltung von Technologien und gesellschaftlichen Bedingungen sein. Was löst derartige Umgestaltungsprozesse aus und, vielleicht noch entscheidender, in welche Richtung bewegen sie sich? Um diese Fragen anzugehen, muss die als rein theoretische Kontroverse fruchtlose Debatte zwischen den Sozialwissenschaftlern auf eine empirische Basis gestellt werden.² Empirische Studien sind in der Lage aufzuzeigen, wie technologische oder soziale Irreversibilitäten und Verfestigungstendenzen konkret entstehen. Sie können Aufschluss geben über typische Muster solcher Prozesse und darüber, welche Rolle Akteurstrategien und -interaktionen in diesem Zusammenhang spielen können. Dadurch machen sie die real vorhandene Verzahnung von Technik- und Sozialdeterminismus sichtbar und zeigen, dass zu bestimmten Zeiten beziehungsweise in bestimmten Sektoren und Entwicklungsphasen gesellschaftliche, in anderen Entwicklungsphasen demgegenüber technologische Determinismen als dominierende Faktoren die soziotechnische Entwicklung prägen.

Damit ist eine praktische Herausforderung verbunden. Wenn man das Zusammenspiel technologischer und sozialer Umgestaltungsprozesse wissenschaftlich versteht, ist es dann auch möglich, derartige Prozesse praktisch-politisch zu beeinflussen? In der Praxis wird laufend versucht, aktiv und in verbessernder Absicht in solche Prozesse einzugreifen. Unsere Arbeit im Constructive TA kombiniert dieses mit dem Verständnis solcher Prozesse. Angesichts der Verzahnung von technologischen und sozialen Determinismen kann ein Verständnis soziotechnischer Zusammenhänge allerdings nicht einfach in der Aufforderung an die Akteure bestehen, es besser zu machen. Vielmehr definiert sich Constructive TA als eine Möglichkeit, nicht nur theoretische Einblicke in die Dynamik von Technologieentwicklung und deren Einbettung in die Gesellschaft zu gewinnen, sondern zugleich auch die konkreten Prozesse der Beurteilung und Auswahl gesellschaftlicher Intervention zu verbessern (Schot/Rip 1997).

Dieses Spannungsverhältnis zwischen Gestalten und Gestaltetwerden zieht sich als Leitlinie durch meinen Aufsatz. Dabei sollen aktuelle Versuche, Handlungsträgerschaft zu identifizieren, als Einstieg dienen, von dem aus die Verstrickungen zwischen technologischen und sozialen Determinismen exploriert werden können.

2 Vgl. Smith/Marx (1994) sowie Tom Misa Diagnose, man müsse die Mesoebene untersuchen, um zu verstehen, was passiert (Misa 1992, 1994).

1 Die theoretische Herausforderung

Wie kann die Verzahnung zwischen technikdeterministischen und sozialdeterministischen Ansätzen am besten erfasst werden? Die Frage ist nicht, ob technische Entwicklungen und ihre Einbettung in soziale Zusammenhänge technologisch oder gesellschaftlich determiniert und in die eine oder andere Richtung auszulegen sind. Das hieße nur, sich ebenfalls auf einseitige Festschreibungen von Kausalität und Verantwortlichkeit einzulassen. Demgegenüber lässt sich empirisch feststellen, dass es verschiedene technologische und gesellschaftliche Determinismen gibt und danach fragen, wie diese zustande gekommen sind.

Determinismen, ob technologische oder soziale, können als Resultate evolutionärer Prozesse, in denen sich sukzessive Irreversibilitäten aufgebaut haben, konzeptualisiert werden.³ Man kann in diesem Zusammenhang von soziotechnischen Irreversibilitäten sprechen, die sich von fast rein technischen bis zu nahezu rein gesellschaftlichen Konstruktionen erstrecken – und als verfestigte technische beziehungsweise institutionelle Gegebenheiten nur schwer wieder zu dekonstruieren sind.

Die Akteur-Netzwerk-Theorie (ANT) betont in diesem Zusammenhang zu Recht, dass unterschieden werden müsse zwischen noch unbestimmten, fließenden Situationen, in denen die Bezeichnung »sozialer« oder »technischer« Determinismus nicht mehr ist als eine Zuordnung der Akteure zur Verfolgung ihrer jeweiligen Strategien, und klaren, stabilisierten Situationen, in denen die Unterscheidung in gesellschaftliche und technische Determinismen sich auf verfestigte Muster beziehen kann (Callon 2002). Allerdings sind Verfestigungsprozesse und der sukzessive Aufbau von Irreversibilitäten, mit denen sich zunächst fluide Situationen mit der Zeit stabilisieren, in den Untersuchungen der ANT vernachlässigt worden. Auf diese Prozesse wurde man dort erst bei der Erforschung von Instrumenten zum Management und zur Beeinflussung von Entwicklungen aufmerksam (Callon/Larédo/Rabeharisoa 1992; Larédo et al. 2002).

Einen anderen und komplementären Einstieg bieten koevolutionäre Theorien der technischen Entwicklung und ihrer Einbettung in die Gesellschaft. Wie ich an anderer Stelle gezeigt habe (Rip 1992, 2006a), gibt es gute Gründe für die Anwendung von Evolutionsansätzen in der sozialwissenschaftlichen Tech-

³ Die Evolutionstheorie betont, dass es keine im Vorfeld festgelegte und Entwicklungen formende Faktoren gibt und dass man Untersuchungen und Analysen auf Prozesse der Variation und Selektion (und der Beibehaltung dessen, was selektiert wurde) konzentrieren sollte. Die Ergebnisse können sich dann allerdings stabilisieren und die Spezies (im Fall von Ökosystemen) beziehungsweise die technischen Trajektorien und Paradigmen prägen. Die neuen Muster und Systeme werden damit zu Determinanten erster Ordnung für zukünftige Geschehnisse. Diese Determinanten können jedoch jederzeit durch neue Variationen beziehungsweise Änderungen der Selektionsumgebung wieder infrage gestellt werden.

nikforschung. In der Regel werden neue Produkte und Technologien entwickelt und eingeführt, deren Schicksal in hohem Maße von Faktoren und Zusammenhängen abhängt, die sich dem Einflussbereich derer, die diese Produkte auf den Weg gebracht haben, entziehen.⁴ Sozialwissenschaftlich verwendete Evolutionsansätze sollten allerdings nicht einfach dem biologischen Evolutionsmodell folgen (Nooteboom 2005). Der Hauptunterschied zu den neodarwinistischen Evolutionstheorien einschließlich der ökonomischen Theorien, die sich mit Variationen in Populationen befassen (vgl. Metcalfe 1995), liegt in der dort nicht thematisierten Möglichkeit der sozialen Antizipation zukünftiger Selektionen und der Institutionalisierung solcher Antizipationen zum Beispiel in Form von Testlaboratorien. Selektion wird auf diese Weise internalisiert und kann zu einem Zeitpunkt im Experiment nachgestellt werden, zu dem noch Korrekturen und alternative Variationen möglich sind (Van den Belt/Rip 1987). Auf diese Weise lassen sich Situationen herbeiführen, in denen die Marktselektion oder andere externe Selektionen gezähmt werden können – bis zu dem Punkt, an dem etwas Unerwartetes eintritt und die externe Selektion sich erneut durchsetzt.

Im Zuge so verstandener koevolutionärer Prozesse entstehen und verfestigen sich Muster, die neue Entwicklungen mit der Zeit zu prägen beginnen. Es kommt zu gelegentlichen Veränderungen bestehender Gleichgewichte. So hat zum Beispiel das wachsende Interesse an der Nachhaltigkeit Raum geschaffen für die Suche nach alternativen technischen Möglichkeiten und darauf bezogenen Governance-Innovationen (Voß/Bauknecht/Kemp 2006).

Der nächste Punkt meines Arguments ist empirisch orientiert, unabhängig von der Akteur-Netzwerk-Theorie oder Evolutionsansätzen. Die Fülle der empirischen Studien zur sozialen Entstehung und Entwicklung neuer Technologien, die mittlerweile zur Verfügung stehen, zeigt ein verblüffendes Ergebnis: Zwar werden in ihnen oft die Absichten und Strategien der Akteure und *prima facie* ein Sozialdeterminismus in den Vordergrund gestellt. Gleichzeitig lässt sich aber beobachten, dass technische Entwicklungen, obwohl sie als Resultate von Aktionen und Interaktionen konzeptionalisiert werden, nur begrenzt formbar sind. Zusätzlich zu der »ärgerlichen Tatsache« der Gesellschaft taucht in ihnen zumeist implizit eine weitere »ärgerliche Tatsache« auf: die eigenwillige Technik.

Die Gründe für deren Nicht-Formbarkeit liegen weder in ihrer Unveränderbarkeit noch in irgendwelchen technologischen Begrenzungen oder in beschränkten Ressourcen ihrer Entwickler. Technische Entwicklungen schaffen sich vielmehr nach einiger Zeit ihre eigenen Regeln. Diese reichen von den in

4 Formell ist die Untersuchungseinheit eine Innovation (*novelty*) und nicht der Akteur. Akteure sind aber an Innovationen interessiert und versuchen, diese zu schützen und zu fördern. Oder sie entwickeln Alternativen. Um neue Produkte und ihre Entwicklung zu verstehen, kann man daher die Strategien der Akteure und ihre Interaktionen untersuchen.

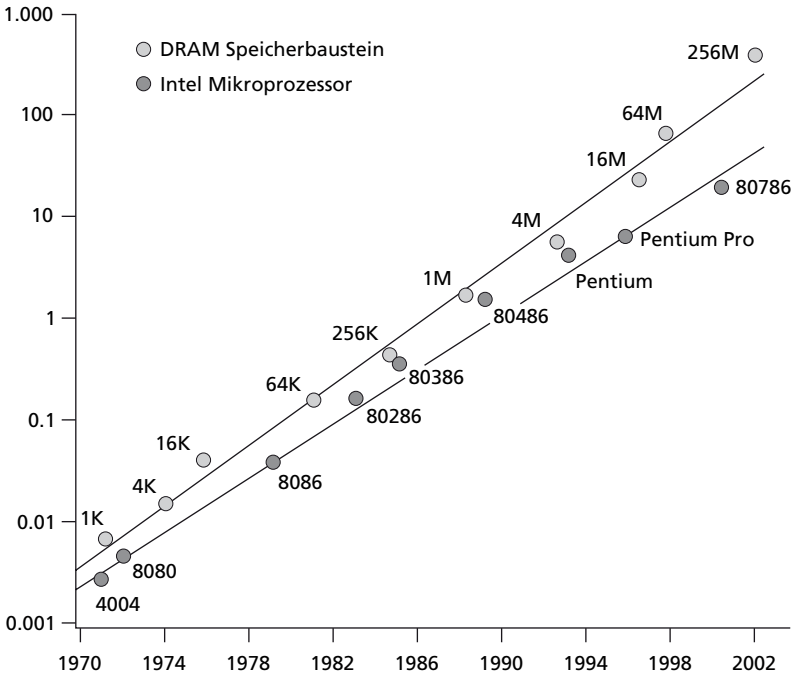
Entwicklung und Forschung angewendeten Heuristiken bis zu den jeweiligen Standards der Produkte, die einzuhalten sind, wenn sie funktionieren sollen. Natürlich sind derartige Regeln selbst wiederum Ergebnisse von Aktionen und Interaktionen. Im Anfangsstadium ist Technik noch schwach und benötigt die Akteure, um sich durchzusetzen und besser beziehungsweise robuster zu werden. Technik ist daher in diesem frühen Stadium gesellschaftlich »determiniert« – die Anführungszeichen sollen ausdrücken, dass dies wegen bestehender Kontingenzen kein starker Determinismus ist. Ab einem gewissen Zeitpunkt nimmt die Technik als Konfiguration, die funktioniert oder Aussichten hat zu funktionieren, allerdings eine zunehmend festere Struktur an und entwickelt ein Eigenleben. Nach einer solchen Wende und auch nur aufgrund dieser Wende entsteht ein gewisser Technikdeterminismus, der auf festen Regeln, also einer Grammatik nicht nur zur Technikenutzung, sondern auch zur Strukturierung anschließender technischer Weiterentwicklungen basiert – beispielsweise in Form strategischer Spiele zwischen Schlüsselakteuren.⁵ Anders ausgedrückt: Wenn Technikdeterminismus auftritt, dann ist er letztlich das Resultat gesellschaftlicher Konstruktionsprozesse.

Gesellschaftliche Konstruktion heißt freilich nicht Voluntarismus. Konstruktionen können nicht auf vorgeblich autonome Entscheidungen von Akteuren reduziert werden. Da zum Beispiel Regeln nur auf der kollektiven Ebene funktionieren, können sie nicht von jedem beliebigen Akteur geändert werden. Koevolutionäre Prozesse lassen sich nicht willkürlich in irgendeine gewünschte Richtung dirigieren. Bestehende Muster werden fortwährend reproduziert, und obgleich sich die Reproduktionsprozesse und damit die Ergebnisse ändern können, gibt es doch keinen Königsweg, solche Änderungen gezielt herbeizuführen. Die Herausbildung von Regeln ist eine spezifische Form derartiger Musterbildung, deren Bedeutung von Theoretikern soziotechnischer Regime wie Nelson und Winter (1977), Dosi (1982) oder Rip und Kemp (1998) hervorgehoben worden ist.

Ein Beispiel für die zunächst kontingente und dann zu faktischer Irreversibilität führende Etablierung handlungsleitender Spielregeln zwischen den involvierten Akteuren ist Moores Gesetz über den kontinuierlichen Anstieg der Leistungsfähigkeit von Mikroprozessoren bei gleichzeitig fortschreitender Miniaturisierung der Chipkomponenten. Moores Gesetz bezieht sich auf die Entwicklung aufeinander folgender Technikgenerationen und deren systematische Progression in einer mehr oder weniger geraden Linie auf einer logarith-

5 Hier wird auf das Frühstadium verwiesen, in dem technische Entwicklungen und Prototypen lediglich *hopeful monstrosities* sind. Während des weiteren Entwicklungsgangs öffnen und schließen sich immer wieder Möglichkeitsfenster (Stirling 1998), sodass fortwährend wichtige und weniger wichtige Wendepunkte entstehen. Ich werde dies im Folgenden anhand von Moores Gesetz diskutieren.

Abbildung 1 Moores Gesetz



mischen Skala (Abbildung 1). Es ist freilich kein Naturgesetz, sondern eine Regel in einem strategischen Spiel: Chiphersteller und Regierungen richten ihre Konzepte und Entscheidungen danach aus (zum Beispiel bei Investitionen in neue Entwicklungen). Das damit verbundene Versprechen von kontinuierlich steigenden Leistungen ist inzwischen zu einem Gefangenendilemma geworden: Unternehmen und Regierungen können das Rennen um immer leistungsstärkere Chips trotz riesiger Investitionserfordernisse nicht aufgeben, da sie nicht riskieren wollen, hinter die anderen Teilnehmer zurückzufallen.⁶ Moores Gesetz gründet sich auf selbst erfüllende Prophezeiungen, und die Macht der Prophezeiung stabilisiert und erneuert sich mit der Weiterführung des Spiels, in das die Akteure eingebunden sind. Sie können zu jedem beliebigen Zeitpunkt aus dem Spiel aussteigen. Sie können sich auch entschließen, statt der Befolgung von Moores Gesetz andere Regeln einzuführen. Das haben sie allerdings lange Zeit nicht getan.

⁶ Andere sich hieraus ergebende Probleme analysiert Lütjhe in diesem Band.

Interessanterweise ist mittlerweile eine Diskussion in Gang gekommen, die nicht nur die physikalischen Grenzen (die *ceilings* und *red brick walls*, wie es die International Semiconductor Technology Roadmap ausdrückt) zur Fortsetzung von Moores Gesetz hinterfragt, sondern auch alternative technologische Möglichkeiten und Richtungen aufzeigt (*more than moore* beziehungsweise *beyond moore*; Doorn 2006). Diese Entwicklung liefert nicht nur ein Beispiel dafür, wie ein (punktierter) Gleichgewichtszustand möglicherweise verlassen werden kann. Darüber hinaus enthält dieser Prozess Elemente, die als sozialdeterministisch bezeichnet werden können. Akteure kämpfen um ihre Position und bündeln ihre Anstrengungen. Sie stellen *roadmaps* und Aktionspläne auf und passen sich und die zukünftigen Techniken iterativ einander an (zum Beispiel bei gepackten Komplettsystemen oder polymeren Materialien für großflächige Elektronik). Die European Technology Platform for Nanoelectronics (ENIAC) hat sich die Koordination derartiger Strategien zur Aufgabe gemacht. Dazu gehört auch der Versuch, eine Verbindung zwischen nanoelektronischen Technologien und der etablierten *scientific community* rund um die International Semiconductor Technology Roadmap herzustellen.

Man kann in diesem Zusammenhang beobachten, wie sich Akteure bewusst an existierenden Mustern und deren Einfluss ausrichten und sich gleichzeitig in andere Richtungen orientieren. Ständig taxieren die Akteure der Mikro- und Nanotechnologie ihre Möglichkeiten und Handlungsoptionen aufs Neue. Auf diese Weise könnte auf kollektiver Ebene eine neue Version des technischen Quasideterminismus herauskommen, für den Moores Gesetz einen Extremfall darstellt. Er ist aber das Ergebnis sozialer Prozesse und damit auch irgendwie sozial determiniert.

2 Die praktische Herausforderung

Akzeptiert man dieses Bild der Emergenz soziotechnischer und nur teilweise vorsätzlich konstruierter Irreversibilitäten, dann stellt sich als nächstes die Frage, welche Möglichkeiten die verschiedenen Akteure haben, derartige Prozesse zu beeinflussen.

Einige der Herausforderungen, die das Phänomen der emergierenden Irreversibilitäten in der Praxis mit sich bringt, sind in der Literatur erörtert worden. David Collingridges Konzept des *control dilemma* von 1980 beschreibt die Anfangsstadien technischer Entwicklungen als für gesellschaftliche Einflüsse offen und beeinflussbar, während spätere Stadien sich dafür als zunehmend unflexibel erweisen. Die Sicht des Constructive TA ist nicht ganz so dichotom, legt aber in

gleicher Weise den Schwerpunkt auf die Möglichkeit und Notwendigkeit, technische Entwicklungen vor allem in ihrem Frühstadium zu beeinflussen – und sie zeigt die *loci* auf, die sich am besten für Beeinflussungen eignen (Rip/Schot 2002). Der Begriff Frühstadium ist zu relativieren: So könnte man zum Beispiel beim Elektrofahrzeug sagen, dass sich seine technologische Entwicklung in einem Spätstadium befindet. Elektrofahrzeuge kamen im späten 19. Jahrhundert auf, überlebten als Nischenanwendung und werden jetzt wieder neu ins Leben gerufen. Mit Blick auf ihre tatsächliche Einbettung in die Gesellschaft und ihre gesellschaftliche Akzeptanz sind aber weitere soziotechnische Neuerungen nötig, welche sich wiederum erst im Frühstadium befinden (Hoogma 2000; Hoogma et al. 2002).

Die begrenzte Beeinflussbarkeit technischer Entwicklungen ist Problem und Chance zugleich. Das Problem besteht in der Schwierigkeit, Änderungen herbeizuführen; die Chance liegt darin, dass Veränderungen, wenn sie einmal eingetreten sind, verankert und so zu einer neuen Irreversibilität werden können. Um diese Chance wahrzunehmen sind neue Methoden eines *management of technology in society* nötig (Rip et al. 1995), die die Dilemmata und Paradoxien von Interventionen berücksichtigen. Wir wissen zum Beispiel, dass es zwischen einer neuen Technik und ihren gesellschaftlichen Auswirkungen keine lineare Relation gibt, sondern eine sich über einen längeren Zeitraum hinziehende Koproduktion stattfindet. Betrachtungsweisen wie die des Constructive TA setzen aber dennoch einen gewissen Grad an Linearität voraus, und zwar indem sie es für möglich halten, in einem frühen Stadium in die Koproduktionsprozesse einzugreifen – mit dem Ziel, einen besseren Mix von positiven und negativen Auswirkungen zugunsten ersterer zu erreichen. Wenn dieser Anspruch als unrealistisch kritisiert wird, ist die Rückzugslinie die, dass im Rahmen derartiger Interventionsstrategien zumindest Lernprozesse stattfinden können, die die Chance, es künftig besser zu machen, erhöhen.

Die Frage, was das Ergebnis einer technischen Entwicklung determiniert hat, ist von einem praxisbezogenen Standpunkt aus nicht so entscheidend wie die Frage, wann und mit welchen Strategien und Ansatzpunkten sich gezielte Veränderungen herbeiführen lassen. Auch dann, wenn eine gegebene Situation in erster Linie sozial determiniert ist, können technische Faktoren zum Beispiel in Form gangbarer und funktionierender Alternativen entscheidend sein. Ein typisches Beispiel ist die Entwicklung des umweltfreundlichen Kühlschranks. Aller Druck auf Politik und Industrie, das Kühlmittel FCKW durch andere Stoffe zu ersetzen, blieb erfolglos, bis sich Greenpeace Deutschland und ein angeschlagener Kühlschrankhersteller aus der ehemaligen DDR zusammaten und eine technische Alternative, den FCKW-freien Kühlschrank Greenfreeze, präsentierten. Erst dann kam es, zumindest in Europa, zu einer Verschiebung

des Kräftegleichgewichts (Verheul/Vergragt 1995). Van de Poel (1998, 2003) hat in einem allgemeineren Rahmen gezeigt, wie wichtig es ist, dass man, um einen Systemwechsel herbeizuführen, eine technische Alternative, das heißt eine in der Praxis funktionierende Konfiguration hat.

Es gibt keine simplen Richtlinien dafür, wie man erfolgreich seine Ziele erreicht. Das gilt auch für die grundsätzliche Frage, wie in einer komplexen Welt mitsamt ihren zahllosen Institutionen und indirekten Interaktionen Veränderungen bewirkt werden können (Rip/Groen 2001). Bezieht man dazu die Rolle von Technik ein, wird deutlich, wie sich Irreversibilitäten in funktionierenden Konfigurationen noch weiter verfestigen können. Die Problematik, mit der gesellschaftliche Gestaltungsprozesse konfrontiert sind, wird dann besonders augenfällig. In jedem konkreten Einzelfall mögen Akteure erkennen, wie ihre Entscheidungen und Aktionen von soziotechnischen Faktoren und Mustern geprägt (weich determiniert) werden, während sie gleichzeitig ihrem Verständnis dieser Faktoren und Muster entsprechend handeln und versuchen, ihre Aktionen zu optimieren – bis hin zur Unterminierung dieser Muster.

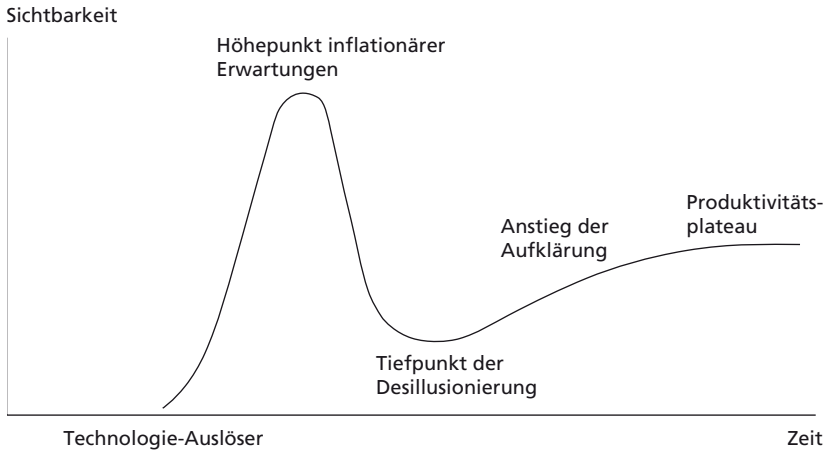
Die Feststellung, dass Akteure Teil eines sich reproduzierenden Musters sind und die Einsicht in diese Muster nutzen, um von ihnen abzuweichen, kann als generelle Beobachtung gelten. Die Theorie der Koevolution liefert hierzu weitere Einsichten, zum Beispiel bezüglich der Rolle von *anticipation-in-action* (vgl. Rip 2006a). Interessante Beispiele für stabile Antizipationen sind Moores Gesetz und dessen Dialektik, aber insbesondere auch der von der Gartner Group, einer amerikanischen Beraterfirma, benutzte *hype cycle* (oder *hype-disappointment cycle*; Abbildung 2).⁷

Gartner präsentiert den Zyklus als nahezu unvermeidlichen Prozess, bietet aber interessierten Unternehmen an, ihnen zu zeigen, zu welchem Zeitpunkt und auf welche Weise sie dem Zyklus folgen sollten und wann es Zeit ist auszustiegen. Determinismus und Voluntarismus in einem: Die Dinge werden sich in dieser Form entwickeln, aber wenn man den Prozess versteht (mit Hilfe der Berater der Gartner Group), dann kann man dem Zyklus durch eigenes Handeln entkommen.

Dass immer wieder solche *Hype-Disappointment*-Zyklen auftreten, wird mittlerweile allgemein erwartet. Es ist eine Alltagstheorie, für deren Richtigkeit es

7 Die Gartner Group selbst definiert ihr Angebot folgendermaßen: »Gartner's Hype Cycles highlight the relative maturity of technologies across a wide range of IT domains, targeting different IT roles and responsibilities. Each Hype Cycle provides a snapshot of the position of technologies relative to a market, region or industry, identifying which technologies are hyped, which are suffering the inevitable disillusionment and which are stable enough to allow for a reasonable understanding of when and how to use them appropriately« (Gartner's Hype Cycle Special Report for 2005 concerning information technology, <www.gartner.com>).

Abbildung 2 Technology Hype Cycle der Gartner Group



einige Belege gibt (Rip 2006b).⁸ Der emblematische Charakter des Begriffs *hype cycle* wird deutlich, wenn man sich ansieht, wie er mit Hilfe der Abbildung im konkreten Fall angewendet wird. Ein Indikator für den symbolischen Gehalt des Begriffs ist, dass die vertikale Achse der Abbildung oft nicht definiert ist, oder dass, wenn eine Definition vorgelegt wird (wie »Sichtbarkeit« in Abbildung 2), diese nicht operationalisiert ist.

Das Phänomen des *Hype-Disappointment*-Zyklus verursacht erhebliche Probleme, zum Beispiel das der systematischen Übertreibung. Ein gewisses Maß an Übertreibung scheint zwar unvermeidbar zu sein, letztlich kann sie aber, wenn sie dieses Maß überschreitet, die Glaubwürdigkeit und Reputation der Promotoren der neuen Technologie infrage stellen. Sorge bereitet auch, dass aus Enttäuschung über die Entwicklung einer neuen Technologie Ablehnung werden könnte. Viele Kommentatoren verweisen darauf, dass die (grüne) Biotechnologie diesen Weg genommen habe. Interessanterweise haben viele Akteure der Nanotechnologie aus dieser Diagnose gelernt. Sie plädieren dafür, Vorsorge zu tragen, dass es der Nanotechnologie nicht ähnlich ergehe. Das ist einer der Gründe, weshalb Nanotechnologie-Projekte und staatliche Förderprogramme

⁸ Alltagstheorien (*folk theories*) sind in weiten Bereichen anerkannt. Auch wenn sie meistens nicht durch systematische Forschung untermauert sind, werden aus ihnen handlungsrelevante Schlussfolgerungen gezogen. Da die Akteure die Grenzen des *Hype-Disappointment*-Zyklus leicht erkennen und ihre Aktionen entsprechend ausrichten können, ist der Zyklus eine relativ harmlose Alltagstheorie.

ihre Aufmerksamkeit vermehrt auf TA und die ethischen, legalen und sozialen Aspekte (ELSA) der Technologie richten.

Während der Kongressanhörung zum neuen amerikanischen Nanotechnologie-Gesetz am 9. April 2003 war das auch die Argumentation von Vicky Colvin von der Rice University, Texas. Colvin sprach dort über die *Wow-to-yuck*-Kurve in der Biotechnologie und meinte, dass sie sich auf die Nanotechnologie übertragen ließe. Sie stellte die Entwicklung als unvermeidlich dar (um ihrer Botschaft Gehör zu verschaffen), sagte aber auch, bei der Entwicklung der Biotechnologie seien Fehler gemacht worden, aus denen man lernen könne und lernen müsse, und dass zum Beispiel durch die Berücksichtigung von ELSA bei Nanotechnologie-Programmen diese Fehler vermieden werden können. Das würde es ermöglichen, potenzielle Hindernisse für die Kommerzialisierung der Nanotechnologie, wie zum Beispiel mangelnde öffentliche Akzeptanz, aus dem Weg zu räumen. In gewisser Weise entwarf Collins dort das Bild eines sozio-technischen Determinismus, um ihn gleichzeitig infrage zu stellen.

3 Constructive Technology Assessment: Ein Ritt auf Spannungen

Der Ansatz des Constructive TA versucht, die Gestaltung technologischer Entwicklungen auf eine breitere Basis zu stellen, indem er zusätzliche Aspekte und Akteure einbezieht. Er ist ein Instrument, um potenzielle Hindernisse vorhersagen zu können und in der Öffentlichkeit und der Politik Glaubwürdigkeit herzustellen.⁹ Constructive TA hat aber noch eine andere Komponente, und zwar die Analyse und Bewertung dynamischer Technisierungsprozesse und ihre Vermittlung an die verschiedenen Akteure. Für die neuen und sich neu bildenden Wissenschafts- und Technologiefelder wie zum Beispiel die Nanotechnologie bildet die Erstellung von (oft interaktiven) soziotechnischen Szenarien möglicher oder

⁹ Newby (1992: 11) nannte das die »Schmierfunktion« der Sozialwissenschaften: »The wider public ... Its role is reduced to that of hapless bystander or, later, the recipient of scientific advance and technological innovation which the scientific community believes it ought to want. If the public decides it does not want it, it is regarded as either ignorant or irrational. (This is the point at which the natural science community appeals to social scientists to help lubricate the public acceptability of science and technological change.)« Später ergänzte er diese Diagnose: »I am seeking to demonstrate that social science is an integral, and not merely a marginal, activity in understanding the process whereby scientific excellence and technological innovation may lead to economic and social well-being. For this to be effective, social science investigation should not be restricted to the down-stream study of impacts and diffusion, but should be integrated into the study of the very processes themselves« (ebd.: 13).

wahrscheinlicher Entwicklungen und Verzweigungen innerhalb eines Entwicklungsprozesses ein Schlüsselement des Constructive TA. Solche Szenarien müssen bestimmte Muster und Dynamiken als irreversibel und daher zukunftsweisend reifizieren (Determinismus), während sie andererseits die Funktion haben, Akteure dazu zu bewegen, sich bessere Strategien zu überlegen und zu formulieren, die sie (und andere) dann befolgen können, um Änderungen an diesen Mustern und Dynamiken einzuleiten (Abkehr vom Determinismus).

Die Methode der Erstellung von soziotechnischen Szenarien wurde von der Idee der Pfadkreation inspiriert (vgl. Garud/Karnøe 2001). Während einige technologische Pfade sich verfestigen, verschwinden andere wieder oder können sich nur in einer Nische behaupten, wie zum Beispiel das Elektroauto zu Beginn des 20. Jahrhunderts. Soziotechnische Szenarien rekonstruieren aktuelle Pfade und konstruieren zukünftige (letztere auf der Basis von Einschätzungen der Akteure). Es gibt in diesem Zusammenhang auch Bemühungen, relativ diffuse Situationen zu erfassen, indem man sie als Entstehungsphasen sich entwickelnder Pfade begreift. Akteure können diese Erkenntnisse aufgreifen, sie reflektieren und von den in Constructive-TA-Workshops angebotenen Interaktionen lernen. Diese Lernprozesse können wiederum als Inputs in ihre künftigen Entscheidungen und Handlungen eingehen. Die Entscheidungen der Akteure für die eine oder die andere Richtung werden das Gewicht der entstehenden Pfade beeinflussen und sich umso stärker auswirken, je stärker andere Akteure diese Entscheidungen wiederum in ihren Strategien berücksichtigen. Constructive TA ist damit definitiv mehr als ein Instrument zur instrumentellen Erreichung bestimmter Ziele. Constructive TA bewirkt eine intensivere Reflexion technologischer Entwicklungsprozesse und deren Einbettung in die Gesellschaft.

Ein neues Technikgebiet wie die Nanotechnologie zeigt zusätzliche Probleme der Szenariobildung und deren Verarbeitung. Die Entwicklung steht hier noch am Anfang, es gibt also viele Erwartungen, Versprechungen und auch Bedenken, aber noch keine seriöse Möglichkeit, zwischen mehreren möglichen Pfaden eine konkrete und begründete Auswahl zu treffen (Nordmann/Schummer/Schwarz 2006). Hinzu kommt, dass Nanotechnologie eine Grundlagentechnologie ist. Somit sind die Endanwendungen und ihre Auswirkungen »nachgeschaltet« und derzeit überhaupt noch nicht absehbar. Ungeachtet der Versprechungen hinsichtlich der Auswirkungen von Nano lassen sich keine linearen Kausalitäten konstruieren.

Innerhalb unserer aktuellen Bemühungen, Constructive TA in der Nanotechnologie anzuwenden (insbesondere in Workshops mit verschiedenen Akteuren), ist die Aufdeckung möglicher Technologiepfade eine nützliche Heuristik, denn sie hilft Komplexität zu reduzieren. Dabei sind soziotechnische Szenarien ein Weg, mögliche Pfade zu identifizieren, ohne die Komplexität übermäßig zu ver-

ringern. In Workshops verknüpfen wir die empirische Herausforderung, dynamische Prozesse abzubilden und Szenarien zu erstellen, das heißt die kontrollierte Spekulation über zukünftige Entwicklungen und Ergebnisse, damit, die beteiligten Akteure dabei zu unterstützen, ihre Strategien zu artikulieren und zu reflektieren.¹⁰ Die in Verbindung mit dem Gartner-Hype-Zyklus aufgezeigte Dialektik mitsamt den nicht zu vermeidenden Ungereimtheiten von Zukunftsprognosen gilt auch hier. Die Reifizierung von Mustern ist dagegen weniger problematisch: Wir untersuchen jeden einzelnen Fall erneut im Hinblick auf seine spezifische Dynamik und vermeiden dadurch, ein Gesamtbild aller zukünftigen Vorgänge und Entwicklungen entwerfen zu müssen. Eine weitere Herausforderung besteht darin, die Akteure zu erreichen, insbesondere die Akteure der Nanotechnologie und diejenigen, die mit ihnen zusammenarbeiten. Wir müssen uns auf ihre Welt und ihre Sichtweise einlassen, ohne dabei in Gefahr zu kommen, Constructive TA vollständig zu instrumentalisieren. Diese Einlassung beinhaltet auch das Akzeptieren einiger in der Nano-Welt vorherrschender Beschränkungen, insbesondere die der »konzentrischen Verzerrungen« (*concentric bias*), die ich im Folgenden erörtere.

Obwohl die Erfahrungen mit Constructive-TA-Workshops zur Nanotechnologie bislang noch begrenzt sind, können wir doch auf frühere Erfahrungen zurückgreifen. Darüber hinaus können wir uns auch auf Beobachtungen stützen, die in von Akteuren selbst organisierten Strategie-Workshops gemacht wurden, zum Beispiel in den EU Networks of Excellence der Nanotechnologie. Auffällig ist hier die Art und Weise, wie die Teilnehmer mögliche zukünftige Entwicklungen diskutieren. Wenn sie neue Technologieprojekte schildern, stellen sie die Versprechungen in den Vordergrund und ignorieren Probleme und Beschränkungen entweder vollständig oder stellen sie als Hindernisse und Schwierigkeiten dar, die es zu überwinden gilt.

Auch der Workshop des EU Network of Excellence Nano2Life über Diagnosechips im April 2005 lieferte Beispiele für das Auftreten derartiger konzentrischer Verzerrungen.¹¹ Der Workshop befasste sich mit der Identifizierung der hauptsächlichen Probleme der Nanobiotechnologie in der medizinischen Diagnostik, wobei die neuen Möglichkeiten dieser Technologie und die zu er-

10 Fünf Workshops wurden bis Ende 2006 abgehalten. Vier Workshops wurden von Rutger van Merker (für den Bereich Lab-on-a-Chip) im Policy-Labor Utrecht veranstaltet und ausgewertet. Ein Strategy Articulation Workshop im Fachgebiet Single-Cell Analysis wurde von Douglas Robinson geleitet.

11 Die Informationen für diesen und die nächsten beiden Absätze stammen aus den internen Unterlagen des EU Network of Excellence Nano2Life und meinen Beobachtungen als Teilnehmer. Meine kritische Einschätzung der konzentrischen Betrachtungsweise in Bezug auf medizinische Diagnostik habe ich in mehreren Workshops vorgetragen.

wartenden zukünftigen Anforderungen insbesondere der *Point-of-Care*-Diagnostik erörtert wurden. Der Fokus lag auf der Funktionsweise, der zu erwartenden Nachfrage und den zukünftigen Anforderungen an Forschung und Entwicklung. Auch hier wurden vor allem die grundlegenden vielversprechenden Perspektiven aufgezeigt und dann als wünschenswerter Zustand dargestellt, auf den wir alle hinarbeiten sollten. Konzentrische Verzerrung zeigt sich aber noch auf andere Weise. Es wird in der Regel nur wenig Bedacht darauf gelegt, ob solche Versprechungen auch in der Praxis (und in den in Aussicht gestellten Zeiträumen) realisierbar sind. Typisch ist die Aussage eines Wissenschaftlers eines Biochipherstellers (Philips Company) auf einem Workshop in Eindhoven, der zuvor Entwicklungspotenziale betont, mögliche Probleme aber verdrängt hatte: »Ja, das sind in der Tat Probleme, die wir zu bewältigen haben, aber damit befassen wir uns später.«¹² Darüber hinaus wurden zusätzliche und umfassendere Probleme des Umfelds, in dem die Biochipdiagnostik eingesetzt werden und funktionieren soll, noch gar nicht in Betracht gezogen. Es wird zum Beispiel zu Veränderungen im Gesundheitssystem kommen: Insbesondere die Rolle der Ärzte und des medizinischen Personals wird sich notwendigerweise ändern, falls die neuen Diagnosesysteme eine praktikable Alternative zu den im Einsatz befindlichen werden sollten. Wenn es erst einmal automatische, unbeaufsichtigte Diagnosesysteme gibt, die medizinische Daten im Do-it-yourself-Verfahren erstellen, die das medizinische Personal dann für Behandlungen nutzt, stellt sich zum Beispiel die Frage der Verantwortung und Haftung auf neue Weise. Derartige zu erwartende Probleme, die von essentieller Bedeutung für die letztliche Gestaltung und den Erfolg der neuen Technologie sind, schieben deren Promotoren oft allerdings in den Hintergrund. Mit ihnen befasst man sich entweder später, oder andere sind für sie verantwortlich.

Die Kategorie der konzentrischen Verzerrung beschreibt, wie bestimmte Herausforderungen in einer Weise angeordnet werden, dass sie sich nacheinander, gewissermaßen von »innen nach außen« bearbeiten lassen. Der Begriff der konzentrischen Verzerrung wurde von Deuten, Rip und Jelsma (1997) unter Einbeziehung der Konzepte von Garud und Ahlstrom (1997) eingeführt. Er wurde entwickelt für eine Prototheorie über Akteure und Interaktionsdynamiken, mit deren Hilfe die Sackgassen, in die vielversprechende neue Technologien immer wieder geraten, erklärt werden können. Die Vermeidung solcher Sackgassen ist nicht einfach eine Frage verbesserter Kommunikation bis hin zum *upstream public*

12 Insider, die an einer technischen Vision mitarbeiten, bemerken normalerweise negative Signale nicht beziehungsweise nicht frühzeitig und versuchen, andere mit Versprechungen auf ihre Seite zu ziehen. Erst wenn sie dabei Widerständen begegnen, nehmen sie langsam Notiz von der äußeren Welt. Sie werden aber deswegen nicht ihre Sicht der geschichtlichen Entwicklung ändern (in diesem Fall der Dynamik der *Wow-to-yuck*-Kurve der Biotechnologie).

engagement, das zur Zeit in Großbritannien in Mode ist (Wilsdon/Willis 2004), oder frühzeitigen ELSA-Studien. Die Verzerrung entspringt vielmehr einer eingeschränkten Perspektive der Entwickler und Promotoren (*enactors*) technischer Entwicklungen, auf die ich im nächsten Abschnitt eingehen werde.

Die Bezeichnung ›Verzerrung‹ (*bias*) dient nicht nur der Charakterisierung eingeschränkter Wahrnehmungen und Problemverarbeitungen der Promotoren einer Technologie, sondern enthält zugleich eine normative Komponente: Constructive TA zielt darauf, mit seinem Ansatz diese Verzerrung zu überwinden. Insofern basiert das Grundprinzip des Constructive TA auf der normativen Position, dass konzentrische Verzerrungen überwunden oder zumindest in ihren Auswirkungen abgeschwächt werden sollten. Die Beobachtung der Funktionsweise von konzentrischen Verzerrungen fließt dementsprechend in die Vorbereitung und Ausführung des Constructive TA ein und macht den Ansatz effektiver, da sie in den soziotechnischen Szenarien berücksichtigt werden können.

4 Determinismen der *enactors*, Entwickler und Promotoren neuer Technologien

Ein unmittelbares Ziel des Constructive TA ist es, den beschriebenen konzentrischen Verzerrungen der *enactors* einer neuen Technologie entgegenzutreten oder sie zumindest zu vermindern. *Enactors* sind Entwickler und Promotoren, die versuchen, neue Techniken zu realisieren, indem sie Fortschrittszenarien entwerfen und zu überwindende Hindernisse identifizieren. Sie arbeiten und denken in *enactment cycles* (Garud/Ahlstrom 1997), in denen positive Aspekte besonders betont und mangelnde Erfolge oft wegdefiniert werden. *Enactment cycles* beinhalten die Tendenz, Widerstand gegen Technikprojekte als irrational oder irregeleitet zu disqualifizieren oder den Kritikern eigennützige Absichten zu unterstellen – wie sonst ließe sich Widerstand gegen den Fortschritt erklären? Ein extremes Beispiel für ein solches Denken ist das folgende Zitat von Philip J. Bond, US-Unterstaatssekretär für Handel (Bond 2004: 7):

Given nanotechnology's extraordinary economic and societal potential, it would be unethical, in my view, to attempt to halt scientific and technological progress in nanotechnology. Nanotechnology offers the potential for improving people's standard of living, healthcare, and nutrition; reducing or even eliminating pollution through clean production technologies; repairing existing environmental damage; feeding the world's hunger; enabling the blind to see and the deaf to hear; eradicating diseases and offering protection against harmful bacteria and viruses; and even extending the length and the quality of life through the repair or replacement of failing organs. Given this fantastic potential, how can our attempt to harness nanotechnol-

ogy's power at the earliest opportunity – to alleviate so many earthly ills – be anything other than ethical? Conversely, how can a choice to halt be anything other than unethical?

Da *enactors* der Meinung sind, man müsse die Vorteile ihrer Technologie nur gut genug erklären, um Verbraucher und Bürger von ihr zu überzeugen, reagieren sie irritiert auf negative Haltungen, die sie als Widerstand aufgrund mangelnder Information interpretieren. Angesichts der Unsicherheit, die sich mittlerweile nach den teilweise enttäuschenden Ergebnissen des *enactment cycle* für genetisch veränderte Organismen eingestellt hat, fallen die Reaktionen derzeit allerdings zurückhaltender aus. Strukturell hat sich aber an der Situation nichts geändert, bis hin zur Kritik an den Medien, die die Technik und ihre Versprechen angeblich falsch darstellen.

Entwickler und Promotoren identifizieren sich in hohem Maße mit den technischen Möglichkeiten eines neu zu entwickelnden Produkts. Sie glauben, die Welt warte nur auf dieses eine Produkt, während die Welt durchaus noch andere Möglichkeiten sieht und eine Position des Vergleichens und Selektierens einnimmt. Diese andere Position und ihre entsprechende Perspektive kann man als die eines vergleichenden Selektors bezeichnen (was Kritiker einschließt). Es gibt *professionelle* vergleichende Selektoren, wie in den USA die Food & Drug Administration (FDA), die sich auf Indikatoren stützen und Berechnungsmethoden für den Vergleich alternativer technischer Optionen bis hin zu Kosten-Nutzen-Analysen entwickeln (Garud/Ahlstrom 1997). Bürger und Verbraucher sind in diesem Rahmen *private* vergleichende Selektoren, die freier agieren können, da sie weder an bestimmte Methoden gebunden noch rechenschaftspflichtig sind. Sprecher von Verbraucher- und Bürgerverbänden tendieren mehr dazu, aktiv zu reagieren und Einwände vorzubringen, als sich auf die reine Selektion zu beschränken. Einige Nichtregierungsorganisationen können sogar zu Entwicklern und Promotoren technischer Alternativen werden, wie im Fall von Greenpeace Deutschland, das die angesprochene Entwicklung des umweltfreundlichen Kühlschranks Greenfreeze vorangetrieben hat.

In den Begrifflichkeiten der Koevolutionstheorie werden von Entwicklern und Promotoren eingeführte Neuerungen einem Selektionsprozess unterworfen, an dem Aufsichtsbehörden, Verbraucher und Bürger mitwirken (Selektionszyklen). Der Fokus liegt auf den unterschiedlichen Agenten, ihren Positionen und Perspektiven und den sich daraus ergebenden Reaktionen und Strategien. Die Vielfalt der Interaktionen zwischen den Agenten und ihren unterschiedlichen Positionen und Perspektiven lässt sich abbilden. Einige Interaktionen sind institutionalisiert, wie zum Beispiel die Vorgehensweise der FDA, andere spielen sich auf anonymisierten Märkten ab. In jüngster Zeit haben auch die Interaktionen zwischen dem strategischen Management von Unternehmen und

den Sprechern von Umweltorganisationen und Bürgerverbänden an Bedeutung gewonnen (Doubleday 2004). Testlaboratorien, in denen Neuentwicklungen unter kontrollierten Bedingungen einem Selektionsdruck ausgesetzt werden (Van den Belt/Rip 1987), umfassen mittlerweile auch interaktive Websites wie zum Beispiel das Philips Home-Lab, in denen Verbraucher neue Produkte, Serviceleistungen und Infrastrukturen ausprobieren können.

Enactment cycles und Selektionszyklen verzahnen sich und interferieren. Solche Interferenzereignisse – Garud und Ahlstrom (1997) sprechen von *bridging events* – lassen sich an Beispielen festmachen. Unterschiedliche Perspektiven der Akteure haben etwa im Fall der Entwicklung von Innenohrimplantaten dazu geführt, dass entgegen den Erwartungen der Entwickler und Promotoren die Vertreter der Gehörlosen die Idee sehr kritisch aufnahmen. In diesem Zusammenhang sieht Constructive TA seine Aufgabe darin, *bridging events* zu unterstützen und zu inszenieren. Unter Berücksichtigung der jeweiligen strukturellen Besonderheiten schafft der Ansatz Räume, in denen die Akteure interagieren können. Dort kann sich zwar auch Konsens einstellen. Er ist aber keineswegs das Ziel oder auch nur ein Kriterium für den Erfolg einer Veranstaltung. Was angestrebt wird, ist der gegenseitige Austausch von Standpunkten und Strategien der Akteure in ihren jeweiligen Positionen, und tatsächlich gelingt dies auch in den erwähnten Workshops und in vielen anderen inszenierten *bridging events*.

5 Schlussbetrachtung

Constructive TA wurde entwickelt als ein Versuch, aktuelle Entwicklungen durch Beeinflussung der Strategien, Aktionen und Interaktionen von Akteuren zu moderieren und abzustimmen. Wie schon erwähnt, ist ein behaupteter Technikdeterminismus (beziehungsweise Sozialdeterminismus) schon in sich Bestandteil von Akteurstrategien. Und solche Strategien bleiben nicht ohne Folgen. Technikdeterminismus als Akteurstrategie meint: Setze eine Technologie in die Welt und die Welt wird sich – und soll sich – an sie anpassen. Das Motto der Weltausstellung in Chicago 1933, die »ein Jahrhundert des Fortschritts« feierte, bringt diese Haltung auf den Punkt: »Science Finds, Industry Applies, Man Conforms« (zitiert nach Nelkin 1977). Wir haben es also mit einer Strategie der Entwickler und Promotoren zu tun, und der Diskurs ist so aufgebaut, dass man die Technik und ihre Verheißungen für sich sprechen lässt. Wenn die Strategie aufgeht, wird das, was eigentlich als Determinismus von Entwicklern und Promotoren begonnen hat (»wir werden etwas realisieren«), zu einem techno-

logischen Determinismus. Deuten und Rip (2000) haben dies am Beispiel von Produktentwicklungsprozessen aufgezeigt.

Interessanterweise ist das Blackboxing von Technologie mit dem Ziel, sie als autonome Kraft ansehen zu können, nicht auf Entwickler und Promotoren beschränkt. Allgemein werden neu entstehende Technologien als etwas dargestellt, das von außen kommt und aus sich selbst heraus aktionsfähig ist. Die Gesellschaft und ihre Akteure haben sich dann damit zu arrangieren. Dies hängt mit der Art und Weise zusammen, wie die Entwickler und Promotoren ihre Versprechungen machen: Nach ihrer Darstellung ist eine neue Technologie ganz unabhängig von dem notwendigen Bemühen der Akteure in sich verheißungsvoll. Die neue Technologie spricht für die Entwickler und Promotoren und wird so zum Handlungsträger.

Gelegentlich übernehmen auch Kritiker und die allgemeine Öffentlichkeit diese verzerrte Sichtweise. Sarah Franklin bemerkt in diesem Zusammenhang (2006: 87): »This view [von Fukuyama und Habermas] of genetic manipulation as *a force unto itself*, hostile to social order and integration [attributes to] biotechnology a sinister agency.« Was die Öffentlichkeit angeht, so wird aus der Broschüre »Governing at the Nanoscale« (Kearnes/Macnaghten/Wilsdon 2006: 53) eine ähnliche Reaktion ersichtlich. Dort wird Bezug genommen auf eine Fokusgruppe, in der neue Technologien, unter anderem auch die Nanotechnologie und deren vermeintliche Fähigkeit, Gesellschaft und Natur umzugestalten, diskutiert werden. Ein Teilnehmer sagt: »It'll get out of the cage, I'm sure.« Man hat es also mit einem wilden Tier zu tun, das kontrolliert werden muss. Auch Außenstehende entwerfen demnach ein Bild von neuer Technologie als eigenständige Kraft. Es besteht, mit anderen Worten, eine unheilige Allianz zwischen Außenstehenden und Insidern, wodurch der Mythos der Exogenität von Technologie aufrechterhalten wird. Obwohl das Engagement der Öffentlichkeit wichtig ist, reicht es als Gegengewicht nicht aus, sondern bleibt oft ebenfalls Gefangener dieses Mythos. Erforderlich ist daher ein konzertierter Versuch, Technologie zu endogenisieren. Soziotechnische Szenarien leisten hierzu einen Beitrag.

Eine begrenzte Endogenisierung findet sich auch in den Strategien des aufgeklärten technologischen Determinismus, der versucht, mögliche Konsequenzen der Technik zu antizipieren und Antworten darauf zu entwickeln. Ziel ist eine Art von Kontrolle (Domestizierung) des Selektionsumfelds. In dieselbe Richtung gehend bemüht sich Constructive TA darum, Kontakte herzustellen und Räume für Interaktionen zwischen den Entwicklern und Promotoren auf der einen und den Selektoren auf der anderen Seite zu schaffen. Constructive TA selbst nimmt dabei die Rolle eines Dritten ein, nämlich die eines Agenten für Reflexivität, dessen Anliegen eine bessere Technik in einer besseren Gesellschaft ist (Schot/Rip 1997). Auch dieser Ansatz hat in dem Sinne einen *bias*, dass er

sich auf die Frühphase einer Technik konzentriert. Constructive TA beginnt bereits vor demjenigen Stadium der technischen Entwicklung, in welchem diese noch fest in soziale Zusammenhänge eingebettet ist. In dieser sehr frühen Phase kann die Einbettung dagegen noch beeinflusst werden und ist gesellschaftliche *co-construction* möglich. Diese Strategie basiert auf der Annahme eines technologischen Determinismus dergestalt, dass sich im Erfolgsfalle die Einflüsse breiter gesellschaftlicher Ko-Konstruktion in der Technik verfestigen und fortwirken. Wenn also Constructive TA »funktioniert«, wird auch er mit einem gewissen Maß an Technikdeterminismus einhergehen!

Die Versuche des Constructive TA und anderer, ähnlicher Ansätze, technologische Entwicklungen und Gesellschaft über ihre Entwickler, Promotoren und vergleichende Selektoren in einem frühen Stadium interagieren zu lassen, beeinflussen den Mix sozialer und technologischer Determinismen. Die interaktiven Ansätze der letzten Zeit könnte man, falls sie sich als erfolgreich erweisen sollten, dahingehend interpretieren, dass sie eine Verlagerung in Richtung eines gesellschaftlichen Determinismus, einer bewussten Formung von Technologie durch die Gesellschaft bewirken. Das wird tatsächlich auch so von einigen gesellschaftlichen Akteuren behauptet. Allerdings darf diese Sicht nicht dazu führen zu glauben, dass wie in einem linearen Prozess punktuelle Interventionen immer zu den gewünschten Ergebnissen führen. Eine so verstandene bewusste Formung kann niemals, zumindest nicht über eine längere Zeit, erfolgreich sein. Und zwar nicht, weil Technologie autonom oder nicht durch die Gesellschaft formbar wäre, sondern weil Kontingenzen in den Reaktionen auf eine Intervention die ursprünglichen Intentionen unterlaufen und so auf kollektiver Ebene sogar »perverse Effekte« haben können. Constructive TA legt den Schwerpunkt auf die Untersuchung aktueller dynamischer Prozesse und auf die Rückmeldung der so erlangten Informationen an die jeweiligen Technikakteure. Sie können diese Erkenntnisse aufnehmen und in interaktiven Workshops reflektieren, um aus ihnen zu lernen. So erhalten sie Inputs für ihre Entscheidungen und Handlungen. Diese können dann kleinere oder größere Verschiebungen der Entwicklungsdynamiken bewirken. Selbst wenn es nicht zu solchen Verschiebungen kommt, werden Koevolutionsprozesse damit auf jeden Fall reflexiver.

Reflexive Koevolution führt also zu mehr statt weniger Verzahnungen zwischen Determinismen. Muster zurückliegender Handlungen und deren Folgen können erkannt und Möglichkeiten, wie man es besser macht, reflektiert werden (Schot/Rip 1997). Doch auch das garantiert nicht, dass die gewünschten Resultate erzielt werden. Der Beobachter kann die Dialektik des Einflusses der Handlungsträger und des Determinismus der Entwicklung erkennen. Die handelnden Akteure, diejenigen der Praxis des Constructive TA eingeschlossen, sind hingegen mit der Ironie der Praxis konfrontiert. Diese hat Wilhelm der

Schweigsame von Oranien angeblich so formuliert: »Point n'est besoin d'espérer pour entreprendre, ni de réussir pour persévérer.« Dieser Aphorismus, der uns auffordert, durchzuhalten, auch wenn keine Hoffnung besteht, das angestrebte Ziel zu erreichen, wird oft zitiert. Nach ihm zu handeln bedeutet, dass die Ironie der Praxis unsere Handlungen nicht bereits im Ansatz unterdrücken soll und dass auch Handlungen, die ihr Ziel nicht erreichen, durchaus ihren Wert haben können.

Literatur

- Bond, Philip J. (US Under-Secretary of Commerce), 2004: Responsible Nanotechnology Development. In: *SwissRe, Nanotechnology »Small Size – Large Impact?«* Zürich: SwissRe, 7–8. <www.swissre.com>
- Callon, Michel, 2002: From Science as an Economic Activity to Socioeconomics of Scientific Research: The Dynamics of Emergent and Consolidated Techno-economic Networks. In: Philip Mirowski/Esther-Mirjam Sent (Hrsg.), *Science Bought and Sold: Essays in the Economics of Science*. Chicago, IL: University of Chicago Press, 277–317.
- Callon, Michel/Philippe Larédo/Vololona Rabeharisoa, 1992: The Management and Evaluation of Technological Programs and the Dynamics of Techno-Economic Networks: The Case of the AFME. In: *Research Policy* 21, 215–236.
- Collingridge, David, 1980: *The Social Control of Technology*. London: Pinter.
- Deuten, J. Jasper/Arie Rip, 2000: The Narrative Shaping of a Product Creation Process. In: Nik Brown/Brian Rappert/Andrew Webster (Hrsg.), *Contested Futures: A Sociology of Prospective Techno-Science*. Aldershot: Ashgate, 65–86.
- Deuten, J. Jasper/Arie Rip/Jaap Jelsma, 1997: Societal Embedment and Product Creation Management. In: *Technology Analysis & Strategic Management* 9(2), 219–236.
- Doorn, Maurits (Hrsg.), 2006: *Converging Technologies: Innovation Patterns and Impacts on Society*. The Hague: Netherlands Study Centre for Technology Trends (SIT).
- Dosi, Giovanni, 1982: Technological Paradigms and Technological Trajectories. In: *Research Policy* 11, 147–162.
- Doubleday, Robert, 2004: *Political Innovation: Corporate Engagements in Controversy Over Genetically Modified Foods*. Unveröffentlichte Ph.D. thesis. London: University College London.
- Franklin, Sarah, 2006: Better by Design? In: Paul Miller/James Wilsdon (Hrsg.), *Better Humans? The Politics of Human Enhancement and Life Extension*. London: DEMOS, 86–94.
- Garud, Raghu/David Ahlstrom, 1997: Technology Assessment: A Socio-cognitive Perspective. In: *Journal of Engineering and Technology Management* 14, 25–48.
- Garud, Raghu/Peter Karnøe, 2001: Path Creation as a Process of Mindful Deviation. In: Raghu Garud/Peter Karnøe (Hrsg.), *Path Dependence and Creation*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1–38.
- Grint, Keith/Steve Woolgar, 1992: Computers, Guns, and Roses: What's Social about Being Shot? In: *Science Technology & Human Values* 17(3), 366–380.

- Hoogma, Remco, 2000: *Exploiting Technological Niches*. Dissertation. Twente: University of Twente.
- Hoogma, Remco, et al., 2002: *Experimenting for Sustainable Transport: The Approach of Strategic Niche Management*. London: Spon Press.
- Kearnes, Matthew/Phil Macnaghten/James Wilsdon, 2006: *Governing at the Nanoscale: People, Policies and Emerging Technologies*. London: DEMOS.
- Kling, Rob, 1992a: Audiences, Narratives, and Human Values in Social Studies of Technology. In: *Science, Technology & Human Values* 17, 349–365.
- , 1992b: When Gunfire Shatters Bone: Reducing Sociotechnical Systems to Social Relationships. In: *Science, Technology & Human Values* 17, 381–385.
- Larédo, Philippe, et al., 2002: *SocRobust Final Report*. Project SOE 1981126, »Management Tools and a Management Framework for Assessing the Potential of Long-Term S&T Options to Become Embedded in Society«, TSER Programme of the European Commission. Paris: École des Mines.
- Latour, Bruno, 1999: *Pandora's Hope: Essays on the Reality of Science Studies*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Metcalfe, Stanley, 1995: The Economic Foundations of Technology: Equilibrium and Evolutionary Perspectives. In: Paul Stoneman (Hrsg.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*. Oxford: Blackwell, 409–512.
- Misa, Thomas J., 1992: Theories of Technological Change: Parameters and Purposes. In: *Science, Technology and Human Values* 17, 3–12.
- , 1994: Retrieving Sociotechnical Change from Technological Determinism. In: Merritt R. Smith/Leo Marx (Hrsg.), *Does Technology Drive History? The Dilemma of Technological Determinism*. Cambridge, MA: The MIT Press, 115–141.
- Nelkin, Dorothy, 1977: Technology and Public Policy. In: Ina Spiegel-Rösing/Derek de Solla Price (Hrsg.), *Science, Technology and Society: A Cross-Disciplinary Perspective*. London: Sage, 393–441.
- Nelson, Richard/Sidney G. Winter, 1977: In Search of Useful Theory of Innovation. In: *Research Policy* 6, 36–76.
- Newby, Howard, 1992: One Society, One Wissenschaft: A 21st Century Vision. In: *Science and Public Policy* 19(1), 7–14.
- Nooteboom, Bart, 2005: Innovation, Organizational Learning and Institutional Economics. In: Steven Casper/Frans van Waarden (Hrsg.), *Innovation and Institutions: A Multidisciplinary Review of the Study of Innovation Systems*. Cheltenham: Edward Elgar, 2005, 113–151.
- Nordmann, Alfred/Joachim Schummer/Astrid Schwarz (Hrsg.), 2006: *Nanotechnologien im Kontext: Philosophische, ethische und gesellschaftliche Perspektiven*. Berlin: Akademische Verlagsgesellschaft AKA.
- Ravetz, Jerome Ravetz, 1975: »... et augebitur scientia«. In: Rom Harré (Hrsg.), *Problems of Scientific Revolution: Progress and Obstacles to Progress in the Sciences*. Oxford: Clarendon Press, 42–57.
- Rip, Arie, 1992: A Quasi-Evolutionary Model of Technological Development and a Cognitive Approach to Technology Policy. In: *RISESST* 2, 69–102.
- , 2006a: A Co-Evolutionary Approach to Reflexive Governance – and Its Ironies. In: Jan-Peter Voß/Dierk Bauknecht/René Kemp (Hrsg.), *Reflexive Governance for Sustainable Development*. Cheltenham: Edward Elgar, 82–100.
- , 2006b: Folk Theories of Nanotechnologists. In: *Science as Culture* 15, 349–365.

- Rip, Arie/Aard Groen, 2001: Many Visible Hands. In: Rod Coombs et al. (Hrsg.), *Technology and the Market: Demands, Users and Innovation*. Cheltenham: Edward Elgar, 12–37.
- Rip, Arie/René Kemp, 1998: Technological Change. In: Steve Rayner/Elizabeth L. Malone (Hrsg.), *Human Choice and Climate Change*, Vol. 2. Columbus, OH: Battelle Press, 327–399.
- Rip, Arie/Johan W. Schot, 2002: Identifying *Loci* for Influencing the Dynamics of Technological Development. In: Knut Sørensen/Robin Williams (Hrsg.), *Shaping Technology, Guiding Policy: Concepts, Spaces and Tools*. Cheltenham: Edward Elgar, 158–176.
- Rip, Arie/Thomas J. Misa/Johann W. Schot (Hrsg.), 1995: *Managing Technology in Society: The Approach of Constructive Technology Assessment*. London: Pinter.
- Schot, Johan W./Arie Rip, 1997: The Past and Future of Constructive Technology Assessment. In: *Technological Forecasting and Social Change* 54, 251–268.
- Smith, Merritt R./Leo Marx (Hrsg.), 1994: *Does Technology Drive History? The Dilemma of Technological Determinism*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Stirling, Andrew, 1998: Closure Through Disclosure: Mapping Alternatives in Technology Choice. In: Josef Esser/Gerd Fleischmann/Thomas Heimer (Hrsg.), *Soziale Schließung im Prozeß der Technologieentwicklung*. Frankfurt a.M.: Campus, 79–112.
- Van den Belt, Henk/Arie Rip 1987: The Nelson-Winter/Dosi Model and Synthetic Dye Chemistry. In: Wiebe E. Bijker/Thomas P. Hughes/Trevor J. Pinch (Hrsg.), *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*. Cambridge, MA: The MIT Press, 135–158.
- Van de Poel, Ibo, 1998: *Changing Technologies: A Comparative Study of Eight Processes of Transformation of Technological Regimes*. Enschede: Twente University Press.
- , 2003: The Transformation of Technological Regimes. In: *Research Policy* 32, 49–68.
- Verheul, Hugo/Philip J. Vergragt, 1995: Social Experiments in the Development of Environmental Technology: A Bottom-up Perspective. In: *Technology Analysis & Strategic Management* 7, 315–326.
- Voß, Jan-Peter/Dierk Bauknecht/René Kemp (Hrsg.), 2006: *Reflexive Governance for Sustainable Development*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Wilsdon, James/Rebecca Willis, 2004: *See-through Science: Why Public Engagement Needs to Move Upstream*. London: DEMOS.

Teil II
Infrastrukturtechniken

Einführung

Die Untersuchung technisch und organisatorisch weiträumig vernetzter Infrastruktursektoren war bereits in den achtziger Jahren ein prominenter Gegenstand der sozialwissenschaftlichen Technikforschung. Energieversorgungs-, Verkehrs- oder Kommunikationsinfrastrukturen wurden als *Large Technical Systems* charakterisiert, die sich durch engmaschige, keineswegs beliebig gestalt- und variierbare Konfigurationen einer größeren Zahl aufeinander bezogener technischer und sozialer Funktionselemente auszeichnen. Typisch war ihr großtechnischer, kapital- und organisationsintensiver Charakter, der auch ihre sozialstrukturelle Beschaffenheit maßgeblich prägte. Vertikal integrierte private oder staatliche Monopole, die für den Betrieb, die Modernisierung und die Versorgung zuständig waren, prägten das Bild großer technischer Systeme. Einer dezentralen und wettbewerbsorientierten Organisation derartiger Infrastruktursektoren waren schon aufgrund ihrer großtechnischen Basis lange Zeit enge Grenzen gesetzt.

Dieses Bild hat sich in den vergangenen zwei Jahrzehnten signifikant geändert. Neoliberal inspirierte Deregulierungs- und Privatisierungspolitiken, die sich neben anderem auch auf die Entflechtung und Liberalisierung von Infrastruktursektoren konzentrierten, gehen seit Anfang der achtziger Jahre einher mit einschneidenden Umbrüchen ihrer technischen Grundlagen, die den zuvor engen Zusammenhang zwischen Großtechnik und zentralisierten Organisationsformen zum Teil signifikant gelockert haben. Neben sektorspezifischen Innovationen (wie etwa flexibel und dezentral einsetzbaren Energieerzeugungstechniken) ist es vor allem der Durchbruch neuer ubiquitär nutzbarer digitaler Informations- und Kommunikationstechniken, der einschneidende sozioökonomische und institutionelle Restrukturierungen von Infrastruktursektoren in Richtung Dezentralisierung und Wettbewerb ermöglicht.

Die drei in diesem Teil zusammengefassten Aufsätze thematisieren dieses Zusammenspiel aus technischen Umbrüchen und dem damit einhergehenden sozioökonomischen und institutionellen Wandel am Beispiel verschiedener Infrastruktursektoren.

Jan-Peter Voß und *Dierk Banknecht* untersuchen in ihrem komparativ angelegten Beitrag den jeweils spezifischen Einfluss technischer Innovationen auf

die etablierten Governance-Regime in den vier Versorgungssektoren Telekommunikation, Elektrizität, Gas und Wasser. Ausgehend von Konzepten der Koevolution begreifen sie Veränderungen in der Governance von Infrastruktursystemen als Wechselwirkung zwischen technischen Innovationen, die die Entwicklung neuer institutioneller Arrangements ermöglichen beziehungsweise nahelegen, und den jeweils etablierten Governance-Regimes, innerhalb derer entsprechende Erfordernisse von den jeweils beteiligten Akteuren in spezifischer Weise aufgenommen und verarbeitet werden.

Harald Robracher zeigt am Beispiel der derzeitigen Transformation von Energiesystemen, dass neue Techniken spezifische Korridore für die Restrukturierung institutioneller Kontexte und für neue politische Steuerungsmöglichkeiten schaffen. Neben neuen dezentralen Energieerzeugungstechniken sind es vor allem neue Informationstechniken, die die technische Basis für eine weitreichende Restrukturierung der Strominfrastruktur bilden. Mit ihnen eröffnet sich sowohl die Möglichkeit eines radikalen Wandels des Energiesystems in die Richtung einer dezentralen Versorgung und stärkeren Einbeziehung von Verbrauchern als auch die Möglichkeit einer weitgehenden Integration der neuen technischen Möglichkeiten in die traditionellen sozioökonomischen und institutionellen Strukturen des Sektors.

Martin Lodge schließlich untersucht den strukturellen und institutionellen Wandel eines Infrastruktursektors, dessen Basistechnologien keinem signifikanten technischen Wandel unterliegen. Die tiefgreifenden Veränderungen in Richtung Privatisierung und Dezentralisierung, die vor allem das britische Eisenbahnsystem in den neunziger Jahren erfahren hat, waren vor allem politisch motiviert und gingen nicht mit ebenso weitreichenden technischen Veränderungen dieses Infrastruktursektors einher. Der Einfluss der Technik macht sich hier vor allem als Dysfunktionalität zwischen der großtechnischen Basis des Systems und einer dazu nicht passenden radikalen sozioökonomischen und institutionellen Restrukturierung geltend, was sich in einer Krise des britischen Eisenbahnsystems niedergeschlagen hat.

Der Einfluss von Technik auf Governance-Innovationen: Regulierung zur gemeinsamen Netznutzung in Infrastruktursystemen

Jan-Peter Voß und Dierk Bauknecht

1 Einleitung

In den Infrastruktursektoren hat sich über die letzten Jahrzehnte ein tief greifender institutioneller Wandel vollzogen. Wo lange Telefongesellschaften, Elektrizitäts-, Gas- und Wasserwerke als vertikal integrierte Monopole für die Versorgung zuständig waren, stehen jetzt verschiedene Unternehmen miteinander im Wettbewerb. Damit das möglich ist, müssen funktionierende Regelsysteme im Einsatz sein, die dafür sorgen, dass Leitungsnetze von allen Wettbewerbern zu gleichen Bedingungen genutzt werden können. Denn wer keinen Zugang hat, kann nicht am Markt teilnehmen.

In diesem Beitrag steht die Entstehung von neuen Regelsystemen zur gemeinsamen Netznutzung im Blickpunkt. Wie haben sich entsprechende Governance-Formen entwickelt? Welche Einflussfaktoren und Wirkungsmechanismen erklären den konkreten Verlauf und das Ergebnis ihres Entwicklungsprozesses? Im Sinne der übergreifenden Fragestellung dieses Bandes legen wir dabei besonderes Augenmerk auf den Einfluss von Technik.

Der Schwerpunkt liegt auf der Analyse eines bestimmten empirischen Ausschnitts der Governance-Innovation gemeinsame Netznutzung. Wir »zoomen« uns an die Entwicklung der Netzregulierung innerhalb der deutschen Versorgungssektoren heran. In der vergleichenden Betrachtung von Telekommunikation, Elektrizität, Gas und Wasser lassen sich deutliche Unterschiede im Verlauf erkennen. Unsere Analyse zielt darauf, die Wirkung der spezifischen technischen Struktur der Sektoren auf die Entfaltung neuer Regelungsarrangements in dem jeweiligen Kontext herauszuarbeiten. Auf dieser Basis formulieren wir einige konkrete Mechanismen, in denen sich der Einfluss von Technik auf institutionelle Wandlungsprozesse manifestiert.

2 Innovation Journey der gemeinsamen Netznutzung

2.1 Konzept, Funktionsbedingungen, Komponenten

Bis Ende des letzten Jahrhunderts dominierte in Infrastruktursektoren weltweit ein Governance-Regime, das auf vertikal integrierten Monopolen basierte. Diese Sektoren waren als natürliche Monopole von allgemeinen Wettbewerbsregeln ausgenommen. Um den Missbrauch von Monopolmacht zu verhindern, waren sie entweder der staatlichen Regulierung von Preisen und Investitionen unterworfen oder waren Staatsbetriebe.

In diesem Kontext stellt die Governance-Form der gemeinsamen Netznutzung eine radikale Innovation dar. Ihr liegt die Idee zugrunde, dass Teilleistungen der Versorgung unterschieden werden können, die jeweils eigenständige Teilmärkte darstellen (zum Beispiel Erzeugung, Transport und Vertrieb). Von diesen Teilleistungen sind nur die netzgebundenen Leistungen natürliche Monopole. Auf den anderen Teilmärkten lässt sich Wettbewerb organisieren. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass institutionelle Arrangements im Einsatz sind, die den Betrieb der Netze so regeln, dass sie gemeinsam und zu gleichen Bedingungen von den Wettbewerbern genutzt werden können, die auf anderen Teilmärkten miteinander konkurrieren (Armstrong et al. 1994; Helm/Jenkinson 1998; Newbery 2001). In diesem Punkt ist die Liberalisierung von Versorgungssektoren mit einem erheblichen institutionellen Entwicklungsaufwand verbunden. Ihre Umsetzung erfordert die Einrichtung eines komplexen Systems der Regulierung von Netzzugang und Netznutzung sowie weitreichende strukturelle Anpassungen innerhalb des sektoralen Kontextes. Dabei müssen folgende Funktionen erfüllt werden (Knieps/Brunekreeft 2003: 2):

- Ein nicht diskriminierender Zugang zu den Monopolbereichen muss für alle Wettbewerber gesichert sein;
- die Erwirtschaftung von Monopolrenten im Netzbetrieb muss verhindert werden;
- die Qualität der Leitungsnetze und des Netzbetriebs muss garantiert sein.

Zur Umsetzung dieser Funktionen durch ein neues Regulierungsarrangement müssen verschiedene kognitive, institutionelle und technische Komponenten entwickelt und aufeinander abgestimmt werden. Sie umfassen:

- die konzeptionelle Abgrenzung der Netzbereiche, die natürliche Monopole bilden und reguliert werden sollen (zum Beispiel Verteilnetze, Langstreckentransport, bestimmte Anlagen);

- methodisch-theoretische Konzepte zur Bestimmung von Niveau und Struktur der Entgelte für die Netznutzung (zum Beispiel Einzelpreisgenehmigung auf Basis von Kostenprüfungen oder Preisniveauregulierung wie *price cap*);
- Verfahren zur Festlegung, Überwachung und Sanktionierung von Nutzungsregeln (zum Beispiel Ex-ante- oder Ex-post-Genehmigung, Revisionsintervalle, Regeln zur Informationsbereitstellung);
- institutionelle Strukturen, in denen Konzepte und Verfahren entwickelt und implementiert werden (zum Beispiel Verbändevereinbarung, Regulierungsbehörde);
- die Verknüpfung mit dem existierenden Kontext (zum Beispiel kartellrechtliche Institutionen, Konzept der Daseinsvorsorge und technische Messeinrichtungen für Netzflüsse).

Das soziotechnische Projekt der Netzregulierung besteht in der Entwicklung, wechselseitigen Abstimmung und Einbettung dieser unterschiedlichen Komponenten in bestehende sektorale Governance-Regime.

2.2 Innovationsverlauf in sektoralen Kontexten

Wie hat sich die Entwicklung der gemeinsamen Netznutzung vollzogen? Wo wurde sie erfunden? Wie hat sie sich entwickelt, verändert und verbreitet? Wir greifen auf das Konzept der »Innovation Journey« (Van de Ven et al. 1999) zurück, um diesen Prozess zu beschreiben. Die Innovation Journey bezeichnet die Entfaltung von Ereignissen, in denen sich Form und Funktion einer Innovation verändern. Gestaltungshandeln spielt eine wichtige Rolle für die Dynamik und Richtung der Reise. Der Weg, den die Innovation letztlich nimmt, lässt sich aber weder vorhersagen noch kontrollieren. Er hängt vom Zusammenwirken verschiedener Akteure und von Kontextbedingungen ab, die sich unter anderem in Wechselwirkung mit der Innovation selbst verändern.

Die Innovation Journey der gemeinsamen Netznutzung von der ersten Formulierung des Konzeptes bis zu einem in der Realität funktionierenden institutionellen Arrangement (oder: von der Erfindung bis zur Implementation des institutionellen Artefaktes) umfasst bisher knapp neunzig Jahre. In dieser Zeit wurden Regulierungssysteme zur gemeinsamen Netznutzung im Kontext unterschiedlicher sektoraler und nationaler Governance-Regime entwickelt. Heute zählen sie zum globalen Stand der Technik in der Governance von Infrastruktursektoren.

Zu diesem Entwicklungsprozess gehört die frühe Formulierung der *essential facilities doctrine* durch den US Supreme Court in einer Entscheidung zu Eisen-

bahnanlagen im Jahr 1912 – Einrichtungen, die unabdingbar sind, um Wettbewerbern ihre Geschäftstätigkeit zu ermöglichen und die mit angemessenen Mitteln nicht neu geschaffen werden können, müssen geteilt werden (Beckmerhagen 2001) – ebenso wie die erste Umsetzung in Form eines sektorweiten Regulierungsansatzes bei der Liberalisierung des chilenischen Elektrizitätssektors im Jahr 1978 (Spiller/Martorell 1996: 113–114), die Etablierung eines Prototyps der Netzregulierung in den sektorübergreifenden britischen Liberalisierungsreformen der späten achtziger Jahre (Helm/Jenkinson 1998) und seine Etablierung als Standard-Governance-Form für Infrastruktursektoren in mehreren EU-Richtlinien der neunziger Jahre (Arentsen/Künnecke 2003; Midttun 1997; Newbery 2001; Schneider 2001).

Auch in Deutschland wurden über die Jahre immer wieder Versuche gestartet, die Monopolregime der Versorgungssektoren infrage zu stellen. Sie erwiesen sich aber im internationalen Vergleich als besonders resistent (Mez 1997, 2003; Vogelsang 2002). Die klassischen Governance-Formen wurden einerseits durch die funktionale Argumentation legitimiert, dass das natürliche Monopol und komplexe Koordinations- und Betriebserfordernisse zur Sicherung der Versorgung wettbewerbliche Reformen verbiete. Andererseits wurden sie durch den großen wirtschaftlichen und politischen Einfluss der Versorgungsunternehmen stabilisiert, deren Interesse darin bestand, den Monopolstatus zu behalten. Erst gegen Ende der achtziger Jahre, als neoliberale Politikkonzepte weltweit an Dominanz gewannen und die gemeinsame Netznutzung durch den britischen Prototypen Momentum erhielt, fanden entsprechende Governance-Innovationen wie die gemeinsame Netznutzung auch in Deutschland fruchtbaren Boden. Die Geschwindigkeit und die Form, in der sie sich entwickelt haben, waren über die Sektoren hinweg allerdings unterschiedlich. Das Spektrum reicht von der Umsetzung des globalen Standardmodells im Telekommunikationssektor über die Verfolgung einer deutschen Eigenentwicklung, der Verbändevereinbarung zur Netzregulierung im Strom- und Gassektor, bis zur Niederlage der gemeinsamen Netznutzung im Wettbewerb mit weniger radikalen Governance-Innovationen im Wassersektor (Voß/Bauknecht 2006).

Telekommunikation

Im Telekommunikationssektor erfolgte die Umsetzung des globalen Standardmodells der Liberalisierung, das die Isolierung von natürlichen Monopolbereichen und deren Regulierung durch eine staatliche Behörde vorsieht. Zwar erfolgte der Prozess langsam und in mehreren Schritten, insgesamt aber recht linear von entsprechenden Forderungen der Monopolkommission im Jahr 1981 über die Öffnung des Marktes in Nischen 1989 bis zur vollständigen Liberalisierung auch der Netze 1998 (Müller 2002; Ritter 2004; Thorein 1997).

Eine wichtige Rolle für den Innovationsverlauf im Telekommunikationssektor hat die Veränderung der Innovationsarena gespielt, durch die sich nach und nach eine Veränderungscoalition entwickelte. Dies ist einerseits in einem Strategiewechsel begründet, den mehrere Akteure innerhalb der Innovationsarena vollzogen haben – vor allem die Deutsche Post beziehungsweise Deutsche Telekom und das Bundespostministerium (Schneider 2001: 245). Zum anderen ist die Innovationsarena durch neue Akteure sukzessive erweitert worden (Thorein 1997: 55). Dabei hat die technische Entwicklung das Interesse neuer Akteure am Telekommunikationssektor geweckt und gleichzeitig die Liberalisierung ermöglicht (vgl. Werle 1990).

Mit der Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post (RegTP) wurde 1998 erstmals in Deutschland eine sektorspezifische Regulierungsbehörde eingerichtet, die sich um die Netznutzung und andere Aspekte der Marktfunktion kümmern sollte. Im Rahmen dieses Arrangements wurden konkrete Methoden und Verfahren der Regulierung in praktischer Erprobung entwickelt (Ritter 2004). Dabei fokussiert die Regelung der Netznutzung auf den Bereich der lokalen Verteilnetze (letzte Meile) und der Netzzusammenschaltung. Konkrete Fragen sind zum Beispiel, ob die Netznutzung für Einzelverbindungen gewährt werden muss (*call by call*) oder dauerhaft für einzelne Anschlüsse (*preselection*), ob Rufnummern bei Anbieterwechsel mitgenommen werden können (Rufnummernportabilität) und ob Investoren in neue Netzinfrstrukturtechnologien zeitweise von der Verpflichtung ausgenommen werden, Wettbewerbern diese Netze zur Verfügung zu stellen (Breitband-Glasfaserkabel).

Elektrizität

Im Elektrizitätssektor wurde die Liberalisierung erst 1998 auf externen Druck der Europäischen Kommission und ihrer Strombinnenmarkttrichtlinie von 1996 umgesetzt. Die europäische Richtlinie war jedoch so angepasst worden, dass sie ein Netzzugangsregime ermöglichte, das in Deutschland durchgesetzt werden konnte. So wurde der starke Widerstand der Kommunen, die um die kommunale Konzessionsabgabe und die Zukunft ihrer Stadtwerke fürchteten, dadurch gebrochen, dass das sogenannte *Single-Buyer*-System als Alternative zur Netzdurchleitung eingeführt wurde. Zur Umgehung des Widerstandes der großen Stromversorgungsunternehmen wurde außerdem auf eine staatliche Regelung des Netzzugangs verzichtet. Stattdessen wurde ein Arrangement eingesetzt, das die Verhandlung von Netznutzungsbedingungen in einer Vereinbarung von Netzbetreibern und industriellen Netznutzern vorsah – und zwar unter Abschluss neuer Akteure (Voß 1998).

Die Regelungsmethoden wurden in mehreren Versionen der Verbändevereinbarung weiterentwickelt (Voß 2000). Letztlich wurde das Arrangement aber,

wiederum auf europäischen Druck, aber auch weil die Interessenkoalition aus großen Stromverbrauchern und Netzbetreibern zerfiel, zugunsten der Einrichtung einer sektorübergreifenden Regulierungsbehörde unter dem Dach der ehemaligen Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post aufgegeben. Mit der Einrichtung der Bundesnetzagentur im Juli 2005 ist auch ein Wandel der angewendeten Regelungsverfahren verbunden.

Die Weiterentwicklung der Netzzugangsregeln hat nicht zuletzt damit zu tun, dass durch die Liberalisierung die Innovationsarena verändert wurde und zahlreiche andere Innovationen wie zum Beispiel die Entwicklung einer Strombörse angestoßen wurden, durch die sich der Kontext, in den der Netzzugang eingebettet war, wandelte. Die Liberalisierung ermöglichte es zum Beispiel wettbewerbserprobten ausländischen Unternehmen im deutschen Markt Fuß zu fassen. Dadurch waren neue Unternehmen im Markt, die – mit technischem Know-how ausgestattet – den alteingesessenen Versorgern entgegentraten und für eine Weiterentwicklung des Netzzugangsregimes warben.

Gas

Im Gassektor erfolgte die formale Liberalisierung über gemeinsame Netznutzung zeitgleich mit den Entwicklungen im Stromsektor. In beiden Sektoren führte der Weg zur staatlichen Netzregulierung über den verhandelten Netzzugang und das Regime der Verbändevereinbarung. Im Gassektor wurden zwar auch mehrere Versionen einer solchen Vereinbarung verabschiedet, die Netzzugangsregeln sind dabei jedoch im Gegensatz zum Stromsektor kaum wettbewerbsfreundlicher geworden (BMWA 2003). Mit dem Abbruch der Verhandlungen im Jahr 2003 ist die Verbändevereinbarung Gas schließlich gescheitert (Meran/von Hirschhausen 2004), und die Regulierung des Sektors wurde der sektorübergreifenden Bundesnetzagentur übertragen.

Der Abbruch der Verhandlungen zur Weiterentwicklung der Verbändevereinbarung wurde explizit mit unterschiedlichen Ansichten der Verhandlungspartner über die technischen Voraussetzungen des Netzzugangs und das angemessene Netzzugangsmodell begründet (Zeitschrift für Kommunale Wirtschaft 05/2003). Die Gasanbieter wollten das Punkt-zu-Punkt-Modell beibehalten, nachdem die Kosten des Gastransports über den gesamten Transportweg vom Einspeise- zum Entnahmeort errechnet werden. Die Gasabnehmer wollten dagegen ein transaktionsunabhängiges Modell durchsetzen. Durch das Scheitern der Verhandlungen wurde die auf der freiwilligen Verbändevereinbarung basierende Variante der Netzregulierung insgesamt diskreditiert, was den Druck zur Einführung einer staatlichen Regulierung sowohl für den Gas- als auch den Stromsektor erhöhte.

Die technischen Eigenschaften des Gasnetzes haben die gemeinsame Netznutzung erschwert. Dies betrifft vor allem die unterschiedlichen Gasqualitäten und Mischungsprobleme sowie die relativ hohen variablen Transportkosten und relativ hohen durchschnittlichen Transportentfernungen (Müller-Kirchenbauer/Zander 2003: 2–5). In Deutschland kommt hinzu, dass die Eigentumsstruktur des Gasnetzes sehr diversifiziert ist. Dadurch ist es unabhängig von technisch bedingten Engpässen schwieriger als in anderen Ländern, eine geringe Zahl an Regelzonen zu definieren, die als jeweils einheitliches Marktgebiet entsprechend dem Kupferplattenmodell im Stromnetz fungieren können (Müller-Kirchenbauer et al. 2004: 225–231). Diese Eigenschaften werden auch in den Analysen des Regulierungsregimes als Gründe dafür angeführt, dass die Selbstregulierung deutlich schlechter funktionierte als im Stromsektor (Böllhof 2002). Wichtig ist aber auch, dass es im Gassektor im Gegensatz zum Stromsektor zumindest Ansätze eines Netzwettbewerbs gibt (durch Wingas), wodurch für die Ferngasgesellschaften ein Anreiz bestand, den Netzzugang grundsätzlich zu sabotieren (Brunekreeft/Tweleemann 2006: 99–126).

Wasser

Im Wassersektor kam die Netzregulierung parallel mit der Umsetzung wettbewerblicher Reformen in den anderen Sektoren in die Diskussion. Konkret stellte sich bei der Änderung des Wettbewerbsgesetzes zur Abschaffung des Monopolstatus in den Energiesektoren die Frage, ob für den Wassersektor ein besonderer Tatbestand erhalten bleiben müsse. Zunächst wurde übergangsweise eine Sonderregelung vereinbart, aber die zukünftige Regelung der Netze stand damit zur Disposition. Schon einige Jahre vorher war das Regime unter Druck geraten, weil die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wasserwirtschaft bemängelt wurde und aufgestaute Instandhaltungsinvestitionen großen Kapitalbedarf mit sich brachten, der von den meist kommunalen Betreibern nicht aufgebracht werden konnte (Briscoe 1995: 422–432; Franke 2001: 170; Rothenberger 2003: 50).

Die gemeinsame Nutzung war in der Diskussion zur Stärkung von Wettbewerb im Wassersektor eine Governance-Option (neben anderen wie zum Beispiel der zeitlichen Ausschreibung von Versorgungsgebieten). Sie wurde insbesondere von Seiten des Wirtschaftsministeriums und der ökonomischen Wissenschaft sowie von Beratern und Dienstleistern vorangetrieben (zum Beispiel Deutsche Bank Research 2000). Kommunen, Gewerkschaften und Umweltinteressen (BMU, Verbände) als Gegner der Liberalisierung orientierten ihre Abwehr insbesondere darauf, die mangelnde Funktionsfähigkeit der Netzregulierung mit Bezug auf technische Bedingungen im Wassersektor herauszustellen (zum

Beispiel die Beiträge in Büscher 2001; UBA 2000). Dabei stand das Risiko einer Abnahme der Trinkwasserqualität (durch Wiederverkeimung) bei unkontrollierter Durchmischung von Wässern unterschiedlicher Einspeiser im Vordergrund. Als Alternative wurde die Option einer »Modernisierungsstrategie« eingebracht, die Reformen innerhalb der Monopolstruktur des Sektors vorsah (zum Beispiel betriebswirtschaftlich orientiertes Management, Zusammenlegung von Versorgungsgebieten; VKU 2001). Schließlich konnte sich diese Auffassung, auch mit Verweis auf Gesundheitsrisiken für die Bevölkerung, durchsetzen. Nach einer intensiven zweijährigen Debatte stellte das Wirtschaftsministerium bei der Vorstellung einer Studie (BMW_i 2001), in der Umsetzungsoptionen für die Einführung von Wettbewerb entwickelt wurden, fest, dass »nicht alles, was an Marktöffnung theoretisch möglich, auch praktisch und politisch sinnvoll« ist. Damit nahm auch der Protagonist von der Netzregulierung im Wassersektor Abstand. Einige Monate später beauftragte der Bundestag das Wirtschaftsministerium mit der Entwicklung einer Modernisierungsstrategie.

3 Einfluss von Technik auf institutionelle Variation und Selektion

3.1 Evolution von Governance-Innovationen

Entscheidend für das Verständnis der Entwicklung von Governance-Innovationen ist die Wechselwirkung der Prozesse in der Innovationsarena, in der neue institutionelle Arrangements konzipiert und entwickelt werden, mit den Strukturen der etablierten Governance-Regime, die den Kontext bilden, in den die Innovationen eingebettet sind. Diese Wechselwirkung untersuchen wir mit Hilfe von Konzepten aus der Innovationsforschung, die Innovationen als Evolutionsprozess begreifen.¹ Dabei unterscheiden wir die Makroebene des Innovationsprozesses, auf der Varianten institutioneller Arrangements mit dem Selektionsumfeld sektoraler Governance-Regime in Wechselwirkung stehen, und die Mikroebene, auf der diese Varianten in der strategischen Interaktion von unterschiedlichen Akteuren generiert werden.

Neue Regelsysteme wie die gemeinsame Netznutzung müssen in das in einem Sektor vorherrschende Governance-Regime passen, damit sie akzeptiert

¹ Zur Übertragung von Konzepten aus der Innovationsforschung, die sich mit technologischen und organisatorischen Innovationen im Kontext von Unternehmen und soziotechnischen Systemen befasst, auf die Entwicklung von Politikinstrumenten im Kontext von Governance-Regimen siehe Voß (2004a, 2005, 2006), Voß/Bauknecht (2006).

werden und funktionieren können. Dieses Selektionsumfeld aus etablierten Normen, Organisationsstrukturen, Technologien und Diskursen befindet sich selbst durch Innovationsprozesse, die in seinen unterschiedlichen Dimensionen ablaufen, ständig in Bewegung. Mit diesen Innovationen stehen Governance-Innovationen in Wechselwirkung. Verschiedene Innovationen können komplementär sein und sich gegenseitig bestärken oder sie können miteinander in Konkurrenz stehen. Daraus resultieren gekoppelte Entwicklungen (Ko-Evolution). Wenn Evolution menschliches Handeln einschließt, ist die Antizipation dieser Wechselwirkungen von zentraler Bedeutung: Erwartete Selektionswirkungen fließen bereits in die Suche nach und die Entwicklung von Governance-Varianten mit ein. Variation und Selektion sind damit keine voneinander unabhängigen Prozesse.² Auf diese Weise ist die Selektionswirkung durch den Governance-Kontext, in direkter und antizipierter Form, ein Faktor in der Entwicklung von Governance-Innovationen.

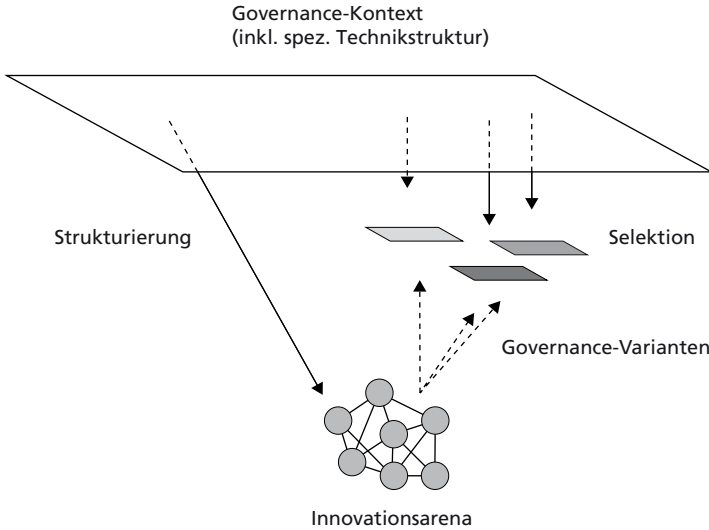
Auf der Mikroebene wirken sektorale Governance-Strukturen in einer anderen, schon vor der Selektionswirkung relevant werdenden Weise auf den Innovationsprozess ein. Sie strukturieren schon die Interaktionen, in denen neue Regelungsformen überhaupt erst erdacht, gestaltet, verhandelt und ausprobiert werden. Akteurkonstellationen und strategisches Handeln spielen hier eine zentrale Rolle dabei, welche Variationen überhaupt so weit kommen, dass sie mit dem Selektionsumfeld in Kontakt treten können. Die Strukturen bestehender Governance-Regime bestimmen dabei die spezifischen Möglichkeiten und Restriktionen, die einzelne Akteure haben, um Handlungs- und Argumentationsstrategien zu entwickeln, mit denen sie präferierte Regelungsdesigns in die Diskussion und auf die politische Agenda bringen können.

Diese Mechanismen der Strukturierung und der Selektion greifen wir auf, um Erklärungsansätze für den unterschiedlichen Innovationsverlauf in den deutschen Versorgungssektoren herauszuarbeiten. Wir beschränken uns im Rahmen dieses Artikels darauf, die Wirkung der technischen Dimension sektoraler Governance-Kontexte zu analysieren.³

2 Rip (1992: 69–103) bezeichnet Evolutionsprozesse unter menschlicher Beteiligung, in denen Selektion gesellschaftlich antizipiert wird, in Abgrenzung zu Modellen aus der Biologie als »Quasi-Evolution«.

3 Für ein umfassendes Verständnis der Entwicklungsdynamik von Governance-Innovationen wären auch andere Dimensionen des Kontextes in ihrer strukturierenden und selektierenden Wirkung zu analysieren und, zumindest über längere Zeit, auch die andere Richtung des Einflusses, die Strukturierung und Selektion von technischen Innovationen durch Governance-Arrangements zu berücksichtigen. Dann würden die komplexen Ko-Evolutionsprozesse deutlich werden, in denen sich struktureller Wandel in soziotechnischen Systemen vollzieht (Konrad et al. 2004; vgl. Voß 2004b).

Abbildung 1 Schematische Darstellung des Einflusses von Technik auf Governance-Innovationen über Strukturierung und Selektion



3.2 Selektion von institutionellen Arrangements

Die Leistungserbringung in Infrastruktursektoren basiert auf der Funktion komplexer technischer Systeme (Mayntz 1988). Um diese Funktion aufrechtzuerhalten, müssen zum Beispiel Einspeisung und Entnahmeverhalten so koordiniert werden, dass das System stabil bleibt, also zum Beispiel Über- und Unterdeckung von Nachfrage sowie Netzengpässe vermieden werden. Aus den technischen Funktionsbedingungen ergeben sich Anforderungen an gesellschaftliche Handlungsmuster und entsprechende Regelsysteme. Nicht jede Governance-Form ist gleichermaßen geeignet, Handlungsmuster zu erzeugen, die den jeweiligen technischen Funktionsbedingungen genügen. Hier liegt ein zentraler Aspekt der *fitness* von Governance-Innovationen, der in Realexperimenten zutage tritt, wenn zum Beispiel nach der Liberalisierung des Elektrizitätssektors »die Lichter ausgehen«. Aber auch schon die gesellschaftliche Erwartung bestimmter Selektionswirkungen beeinflusst, wie sich eine Governance-Innovation innerhalb eines spezifischen sektoralen Kontextes etablieren kann.⁴ Im

⁴ Besondere Dynamiken gewinnen Innovationsprozesse dadurch, dass technische Funktionsbedingungen selbst Gegenstand gesellschaftlicher Auseinandersetzung sind und dass spezielles Wissen als Ressource in diesen Auseinandersetzungen sehr ungleich über die verschiedenen Akteure verteilt ist. Ein Beispiel dafür sind die langjährigen Debatten über das Risiko des Sys-

Innovationsprozess zur gemeinsamen Netznutzung zeigen sich die Selektionswirkungen spezifischer technischer Strukturen der Versorgungssektoren in verschiedenen konkreten Mechanismen.

Technisch konstituiertes natürliches Monopol begrenzt Einsatz von Wettbewerb

Eine spezielle Herausforderung in Infrastruktursektoren liegt in ihrer Tendenz zur Monopolbildung (natürliche Monopole). Die in westlichen Industriestaaten verankerte allgemeine wettbewerbliche Marktordnung lässt sich deshalb nicht ohne Weiteres auf diese Sektoren übertragen. Es müssen besondere Governanceformen entwickelt werden, die zumindest für Teile der Sektoren nicht wettbewerbliche Regulierungsprinzipien beinhalten.

Es sind spezifische Eigenschaften von technischen Betriebsmitteln und Kostenstrukturen mit Größenvorteilen, die das natürliche Monopol in den Infrastruktursektoren konstituieren. Hierbei handelt es sich in erster Linie um die Netze, die hohe irreversible Investitionen erfordern. Wenn diese einmal verlegt sind, kann die erlangte Marktposition von keinem Wettbewerber mehr streitig gemacht werden – abgesehen davon, dass es gesellschaftlich ineffizient und ungewünscht wäre, mehrere Netzinfrastrukturen parallel zu verlegen.⁵ Die technische Bedingung der Leitungsgebundenheit der Versorgung mit Telekommunikation, Strom, Gas und Wasser impliziert aversive Selektionswirkungen für marktbasierende Governance-Formen.

Mit dem Wandel von Technik verändert sich auch das natürliche Monopol in den Infrastruktursektoren (Knieps 2001: 72; Vogelsang 2002). Im Elektrizitäts- und Telekommunikationssektor waren es zum Beispiel bis vor wenigen Jahrzehnten nicht nur die Netze, die als natürliche Monopole galten, sondern auch Kraftwerke und telefonische Vermittlungseinrichtungen. Die Kostenstrukturen dieser Technologien sorgten dafür, dass Wettbewerb auch in diesen Markt Bereichen für nicht praktikabel gehalten wurde. Erst mit der Verfügbarkeit von flexibler einsetzbaren Kraftwerkstechnologien und digitalen Kommunikationstechnologien wurde eine wettbewerbliche Organisation dieser Teilmärkte als möglich erachtet (Indermühle 2002). Veränderte technische Kontextstrukturen können so zu bestimmten Zeitpunkten Governance-Innovationen ermöglichen, die zu anderen Zeitpunkten dem Selektionsdruck nicht hätten entsprechen können.

Die Selektionswirkung von Technik über die Konstituierung natürlicher Monopole lässt sich auch im Quervergleich über die Sektoren festmachen. So liegt zum Beispiel der unterschiedliche Zuschnitt der Netzregulierung im Tele-

temzusammenbruchs bei Einführung von Wettbewerb im Elektrizitätssektor und über die Möglichkeiten zur Kontrolle von Gesundheitsrisiken bei der Mischung von Wässern.

⁵ Diese Definition geht auf neuere Konzepte des natürlichen Monopols auf der Basis der Theorie der *contestable markets* zurück (Knieps/Brunkreeft 2003: 11, 14).

kommunikationssektor einerseits und im Strom- und Gassektor andererseits in den unterschiedlichen Technikstrukturen begründet. Während Telefonleitungen im Langstreckenbereich grundsätzlich zu Bedingungen installiert und betrieben werden können, die Wettbewerb über parallelen Leitungsbau ermöglichen und die Netzregulierung auf lokale Verteilnetze und die Netzzusammenschaltung beschränken, sind elektrische Höchstspannungsnetze und Pipelines für den Langstreckentransport von Gas⁶ weiterhin natürliche Monopole und unterliegen entsprechender Regulierung.

Technische Bedingungen definieren die Marktgröße und damit den Einsatz von Wettbewerb
Eine andere konkrete Form, in der sich die Selektionswirkung für institutionelle Variationen zeigt, ist die technisch bedingte Größe des Marktes. Um mehreren Wettbewerbern Raum zu geben, muss ein ausreichend großer Markt gegeben sein, was für die netzgebundenen Infrastrukturen bedeutet, dass ein entsprechend weiträumiges Netz vorhanden sein muss oder verschiedene Netze miteinander gekoppelt sein müssen.

Im Vergleich über die Sektoren zeigt sich, dass verschiedene technische Strukturen hier zu unterschiedlichen Bedingungen führen. Das betrifft insbesondere die Größe des Verbundnetzes, das heißt die Anzahl von Kunden beziehungsweise die Nachfragemenge, die über den Netzzugang an einem Punkt erreicht werden können. Weiterhin betrifft es den Anteil von variablen, entfernungsabhängigen Transportkosten am Gesamtpreis der Versorgung. Wenn dieser sehr hoch ist, dann sind die Margen gering, in denen Effizienzvorsprünge in Wettbewerbsvorteile in entfernt liegenden Netzgebieten übersetzt werden können. Dementsprechend schrumpft der jeweils erreichbare Markt auf einen lokalen Radius zusammen.

In beiden Punkten setzt sich die technische Struktur im Wassersektor gegenüber den anderen Sektoren ab. Hier sind die lokalen Verteilnetze bis auf wenige Ausnahmen nicht in einem Verbundnetz miteinander verkoppelt. Das heißt, die Öffnung der Netze für Wettbewerb würde in diesem Fall jeweils nur den lokalen Markt umfassen. Außerdem ist der Transport von Wasser über lange Entfernungen sehr teuer, da Pumpenergie aufgewendet werden muss, um die Masse des Wassers zu bewegen. Die Konkurrenzfähigkeit neuer Unternehmen wäre daher selbst bei Existenz einer flächendeckenden Netzstruktur auf den lokalen Umkreis ihrer Aufbereitungsanlagen begrenzt, jedenfalls solange es andere Versorger gibt, die räumlich näher gelegene Vorkommen nutzen können. Hier liegt

⁶ Auch für Gas-Ferntransportnetze wird allerdings mittlerweile infrage gestellt, dass diese als natürliche Monopole reguliert werden müssen (Knieps 2002).

ein wichtiger technischer Einflussfaktor für das Scheitern der Netzregulierung im Wassersektor.⁷

Technische Funktionsbedingungen erfordern spezifische Handlungsmuster zur Sicherung von Systemstabilität und Versorgungsqualität

Um technische Systeme unterbrechungsfrei und effizient betreiben zu können, sind bestimmte Operationsroutinen einzuhalten. Mögliche Governance-Formen müssen mit diesen kompatibel sein, um für den Einsatz infrage zu kommen (Schneider 1992). In den Netzsektoren betrifft das insbesondere die Einspeisung und Entnahme. Egal ob dies Daten, elektrische Spannung, Erdgas oder Wasser sind: Immer erfordert die Funktion des Systems die Einhaltung bestimmter Standards bei der Netznutzung, damit die Qualität der Versorgung gesichert werden kann. Außerdem ist es für die Stabilität des Gesamtsystems essentiell, dass die Mengen von Einspeisung und Entnahme koordiniert werden, um Verstopfung oder Engpässe bei der Versorgung zu vermeiden. Da Entnahme in der Regel unkoordiniert nach dem individuellen Bedarf erfolgt, geht es praktisch um das »Nachfahren« der Nachfrage durch das Angebot.⁸ Je nach Fließeingenschaften des Mediums und nach der spezifischen Struktur des Netzes betrifft die Koordinationsleistung besondere zeitliche und örtliche Parameter von Einspeisung und Entnahme. Die Komplexität der Koordination, die erfüllt werden muss, um Systemstabilität zu gewährleisten, ist in allen Sektoren ein wichtiger Ansatzpunkt der Gegner von Liberalisierung. Sie übersetzen die antizipierte Selektion durch Technik, die sich in Systemzusammenbrüchen zeigen würde, in politische Drohungen: Wenn Netzbetreiber nicht gleichzeitig die Kontrolle über die Einspeisung behielten, würden Versorgungsengpässe sowie ein Qualitätsrückgang unvermeidlich sein.

Mit der Koordination von Einspeisung und Entnahme sind bei der organisatorischen Trennung vom Netzbetrieb unabhängig von der strategischen Instru-

7 Allerdings wird an diesem Beispiel auch das enge Zusammenspiel mit der natürlichen Dimension der Kontextstruktur deutlich. In den Fällen, wo lokale Wasservorkommen nicht ausreichen, um den Bedarf zu decken, existieren nämlich auch im gegenwärtigen Governance-Regime der Wasserversorgung einige Nischen, in denen sich andere technische und institutionelle Formen entwickelt haben. So werden einige Ballungsgebiete, zum Beispiel der Großraum Stuttgart, mit Wasser aus entfernt liegenden Vorkommen versorgt (Bodensee). In anderen Gebieten werden regionale Verbundsysteme geschaffen (Hessenwasser). Im Falle derartiger lokaler Abweichungen in der Kontextstruktur sind auch andere Selektionsbedingungen für Governance-Innovationen gegeben. Für die Möglichkeiten, in der Zukunft auch im Wassersektor Modelle der Netzregulierung zur gemeinsamen Netznutzung durchzusetzen, können diese Nischen eine wichtige Rolle spielen.

8 Neue technische Möglichkeiten zur Nachfragesteuerung zum Beispiel bei Haushaltsgeräten könnten auch hier die Entstehung neuer Regelungsformen bewirken.

mentalisierung des Argumentes große Herausforderungen verbunden. Praktisch ist die Abstimmung von technischen Funktionsbedingungen mit dezentralen ökonomischen Entscheidungen im Markt (zum Beispiel über Strombörsen) erst mit der Verfügbarkeit von leistungsstarken Informationstechnologien möglich geworden.

Als Rahmenbedingung von Governance-Innovationen in hoch technisierten Sektoren zeigt sich hier die Informationsasymmetrie in Bezug auf die tatsächlichen Selektionsbedingungen durch Technik. In der Regel verfügen die Betreiber, für deren Handeln Regelungen entwickelt werden sollen, als Einzige über die notwendigen Informationen, um die technischen Möglichkeiten und Risiken zu beurteilen (zum Beispiel Daten über Netzflüsse). Dazu kommen generelle Unsicherheiten über die Folgen veränderter Operationsroutinen in komplexen Systemen. Deshalb erhält die (strategische) Interpretation von Technik besonderes Gewicht.

Während technische Koordinationserfordernisse in den Sektoren für Telekommunikation, Strom und Gas zwar eine wichtige Rolle spielten, aber letztlich nicht dazu führten, die Netzregulierung als untauglich auszuschließen, waren sie im Wassersektor für das Scheitern der Innovation ausschlaggebend. Unsicherheiten in Bezug auf das Mischungsverhalten von Einspeisungen aus verschiedenen Wasserquellen und damit verbundene Risiken für Trinkwasserqualität und Gesundheit verhinderten die weitere Entwicklung. Allerdings sind hier Entwicklungsarbeiten im Gange, um die Konfiguration der Netzregulierung sowohl um technische Verfahren zur Kontrolle der Wasserqualität als auch um institutionelle Verfahren zur Kontrolle von Einspeisungsverhalten und Haftung zu erweitern (Oelmann 2005). So könnte dieser Flaschenhals im Innovationsprozess in der Zukunft überwunden werden.

Technische Lebenszyklen stellen Anforderungen an Investitionskapazität

Eine besondere Form, in der Technik die Passung bestimmter Governance-Formen beeinflusst, ist die zyklisch wiederkehrende Notwendigkeit, sie zu ersetzen. Vor allem bei kapitalintensiven langlebigen Anlagen ist der Aufbau und die Wiederherstellung nicht Teil des Tagesgeschäfts, sondern tritt in Abständen von mehreren Jahrzehnten auf. Besondere Auswirkungen ergeben sich insbesondere dann, wenn die Infrastrukturen, wie in Deutschland nach dem Zweiten Weltkrieg geschehen, innerhalb sehr kurzer Zeit aufgebaut wurden. Dann tritt zu bestimmten Zeitpunkten konzentrierter Re-Investitionsbedarf auf. Hier besteht eine technische Selektionswirkung darin, dass zumindest für einen bestimmten Zeitraum diejenigen Governance-Formen eine hohe *fitness* besitzen, mit denen große Kapitalmengen für den Sektor mobilisiert werden können. Im Wassersektor ist dieses Phänomen eklatant. Aufgestauter Investitionsbedarf ist

ein wesentlicher Faktor für die Attraktivität und die weite Verbreitung von Privatisierungsmodellen in den letzten Jahren (Rothenberger 2003).

Antizipierte Technikentwicklung erfordert Anpassung von Institutionen

Eine letzte Form der Selektionswirkung von Technik ist die auf technologische Innovationen ausgerichtete Anpassung von institutionellen Arrangements. Hierbei geht es darum, Institutionen quasi vorseilend anzupassen, um antizipierte und gewünschte technische Entwicklungen zu ermöglichen oder zu unterstützen. So bildet zum Beispiel das politische Ziel, Innovationen in der Kommunikationstechnologie zu beschleunigen, einen wichtigen Faktor bei der Entwicklung neuer Governance-Formen für den Telekommunikationssektor. Dem liegt die Erwartung zugrunde, dass Wettbewerb technische Innovationen im Bereich von Kommunikationsdienstleistungen besser befördert als die monopolförmige Organisation. Anders herum können andere als wettbewerbliche Governance-Formen Selektionsvorteile gewinnen, wenn erwartet wird, dass Wettbewerb zum Beispiel Investitionen in die Entwicklung von neuen Glasfasernetzen bremst. Ein Beispiel aus dem Elektrizitätssektor ist der derzeit an Dynamik gewinnende Prozess zur Entwicklung neuer Arrangements der Netzregulierung, die Innovationen im Bereich dezentraler Erzeugungstechnologien und nachfrageseitiger Energieeinsparungstechnologien ermöglichen sollen (Bauknecht et al. 2006). Hierbei handelt es sich um Beispiele dafür, wie die antizipierte Wirkung von institutionellen Strukturen auf die Technikentwicklung praktische Wirkung im Wandel von Governance-Formen zeigt.

3.3 Strukturierung des Prozesses, in dem institutionelle Variationen entstehen

Technische Strukturen beeinflussen nicht erst die Funktionsfähigkeit von alternativen Governance-Formen, sondern auch schon den Prozess, in dem diese entstehen. Sie beeinflussen Akteurkonstellationen, das heißt Interessen, Orientierungen, strategische Ressourcen und Beziehungen zwischen Akteuren, die an der Entwicklung von Governance-Variationen beteiligt sind. Diese Strukturierungswirkung manifestiert sich bei der Entwicklung von Ansätzen zur gemeinsamen Netznutzung in den vier deutschen Versorgungssektoren ebenfalls in einigen konkreten Mechanismen.

Technikentwicklung verändert Interessen und bringt neue Akteure ins Spiel

Ein Mechanismus, der in allen Sektoren Wirkung zeigt, besteht darin, dass die kommerziellen Potenziale des Einsatzes neuer Technologien neue Interessen und Akteure hervorbringen, die sich in die Entwicklung und Diskussion von

neuen Governance-Formen einbringen. Die Liberalisierung des Telekommunikationssektors wird teilweise damit erklärt, dass Entwicklungen in der Mikroelektronik Anwendungspotenziale in der Telekommunikation eröffneten und Anbieter dieser Technik zu einer Lobby für Marktöffnung in der Telekommunikation machten (Schneider 2001; Thorein 1997). Im Stromsektor hat die Entwicklung regenerativer Erzeugungstechnologien einen vergleichbaren Effekt. Gegenwärtig entwickelt sich auch die Branche dezentraler Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen zu einer Lobby für weitere Reformen der Netzregulierung, die die speziellen Probleme beim Netzzugang dezentraler Erzeuger berücksichtigt. Im Gassektor sind technische Entwicklungen, die Interessen am Marktzugang stärken, hingegen nur abgeschwächt und im Wassersektor sind sie gar nicht anzutreffen. Dies kann zur Erklärung der langsameren beziehungsweise nicht erfolgreichen Durchsetzung der Netzregulierung in diesen Sektoren beitragen.

Kontrolle und Wissen über Technik wird als politische Machtressource genutzt

Über technische Vernetzung entstehen Abhängigkeiten, die als politisches Machtpotenzial genutzt werden können (Schneider 1992; Schneider/Mayntz 1995). Sie können einseitig sein, wenn einige Akteure darauf angewiesen sind, dass andere Akteure technische Funktionen sichern. Das ist der Fall, wenn spezifische Produktions- und Lebensmuster auf der Annahme gesicherter Versorgung mit Telekommunikation, Strom, Gas oder Wasser aufgebaut sind. Hier liegt ein Machtpotenzial der Betreiber von Versorgungssystemen gegenüber anderen Gesellschaftsbereichen (Mayntz/Schneider 1995). Wenn sich der Besitz technischer Betriebsmittel mit der Verfügung über spezielles Wissen verbindet, das benötigt wird, um sie zu betreiben oder um einzuschätzen, welche Formen des Betriebs technisch möglich sind, dann können im politischen Prozess erhebliche Widerstandspotenziale gegenüber neuen Governance-Formen mobilisiert werden (Voß 1998). Im Wassersektor hat der von den Betreibern von Wasserwerken als Drohung formulierte Verlust der Trinkwasserqualität mit entsprechenden Gesundheitsrisiken dafür sorgen können, dass die Netzregulierung zur gemeinsamen Netznutzung fallen gelassen wurde. Auch innerhalb der Sektoren sind Beziehungen der Akteure durch technische Abhängigkeit geprägt. Netzbetreiber verfügen zum Beispiel exklusiv über detaillierte Informationen über Netzzustände und haben so die Möglichkeit, Netznutzungen mit Bezug auf Überlastungsgefahren zu verweigern oder mit bestimmten Bedingungen zu versehen.

Technikentwicklung verändert Handlungsoptionen und Beziehungen zwischen Akteuren

Technik kann die Handlungsmöglichkeiten von Akteuren erweitern. Technische Entwicklungen können zum Beispiel bestehende technische Abhängigkeiten

auflösen. Für den Innovationsprozess zur Netzregulierung trifft dies auf Technologien zu, mit denen das natürliche Monopol der Netze umgangen werden kann, so dass unbeeinträchtigt von eingesessenen Unternehmen Zutritt zum Markt erlangt werden kann.

In der Telekommunikation erlauben Mobilfunknetze die Umgehung der letzten Meile auf dem Weg zum Kunden. Insbesondere die offensichtliche Bedrohung der Marktposition der Festnetz-Telekommunikation durch den Mobilfunk kann erklären, dass die Telekom bei der Frage der Öffnung der Netze im Vergleich mit Unternehmen aus den anderen Sektoren frühzeitig eingelenkt hat. Im Strom- und Wassersektor ergibt sich hingegen nur die Möglichkeit, die Netze dadurch zu umgehen, dass Strom selbst erzeugt oder Wasser selbst aufbereitet wird. In Zukunft könnten Arealnetze im Strombereich, die die autonome Versorgung größerer Gruppen von Verbrauchern ermöglichen, in dieser Hinsicht Bedeutung erlangen. Im Wassersektor kann die Brauchwassernutzung und Regenwasseraufbereitung Effekte in dieser Richtung haben. Im Gassektor kann sich schließlich mit der Verfügbarkeit technischer Möglichkeiten zum Transport von Flüssiggas über Tanklastzüge eine Alternative zur Netznutzung eröffnen.

Technische Interdependenz befördert die Entwicklung sozialer Organisationskapazitäten

In mittelbarer Weise hat Technik auch Einfluss auf die Organisationskapazität von Akteuren in den Infrastruktursektoren. Wenn über technische Vernetzungen die wechselseitigen Abhängigkeiten zwischen Akteuren hoch sind und eine entsprechende Koordination beim Aufbau und Betrieb der Sektoren verlangen, dann müssen entsprechende soziale Strukturen entwickelt werden, in denen kollektives Handeln organisiert werden kann. Hier hat also die technische Struktur Auswirkungen darauf, welche Organisationskapazitäten aufgebaut werden und Akteuren später zur Verfügung stehen, um Governance-Varianten zu entwickeln, die ihr kollektives Interesse bedienen, und diese im politischen Prozess durchzusetzen.

Im Vergleich über die Sektoren lassen sich hier drei verschiedene Muster erkennen. Im Telekommunikationssektor wurde die technische Koordination innerhalb eines organisatorisch hoch integrierten, staatlich betriebenen Telefonsystems geregelt. Die Organisationskapazität ist sehr hoch. Allerdings unterliegt die Organisationsspitze staatlichem Einfluss, der mit der Privatisierung erst langsam abnimmt. Im Stromsektor und ansatzweise auch im Gassektor wurden technische Regelungsaufgaben über eine komplexe mehrstufige Verbandsstruktur erfüllt, in der alle Unternehmensgruppen des Sektors zusammengefasst waren. Diese Strukturen ermöglichten in der Liberalisierungsdiskussion eine schlagkräftige Vertretung politischer Interessen, die den lange erfolgreichen Widerstand gegen die staatliche Netzregulierung ermöglichte und zur Durchsetzung eigener

Modelle wie zum Beispiel der *Single-Buyer-Option* oder der Verbändevereinbarung führten (Voß 1998). Im Wassersektor sind überregionale technische Koordinationserfordernisse nur in den Nischen des Systems gegeben, in denen Netze zu Verbundsystemen zusammengeschlossen sind oder über Fernleitungen versorgt werden. Hier sind es nicht in erster Linie technische Gründe, die der politischen Organisationskapazität zugrunde liegen. Allerdings ist im überwiegend in kommunalem Eigentum befindlichen Wassersektor eine hohe Organisationskapazität über die kommunalen Verbände wie zum Beispiel den Verband kommunaler Unternehmen (VKU) oder den Städtetag gegeben.

Technische Organisationsmuster beeinflussen sektorale Deutungsmuster

Ein letzter Einfluss von Technik auf den Prozess, in dem Governance-Innovationen entstehen, kann hier nur hypothetisch angeführt werden. Die jeweils dominanten Denkstrukturen der Akteure aus den verschiedenen Sektoren unterscheiden sich sehr deutlich.⁹ Während die Telekommunikationsakteure in an Vernetzung, Komplexität und Dynamik orientierten Bildern und Begriffen diskutieren und langfristige Planung angesichts der Unwägbarkeiten tendenziell für hinfällig halten, zeigte sich bei den Akteuren des Wassersektors ein Denkmuster, in dem die Solidität und Sicherheit des Systems und entsprechend inkrementelle Problemlösungsansätze im Vordergrund stehen. Wenn man das eine Muster als selbst organisiertes Netz und das andere als Kontrollhierarchie typisiert und dazwischen ein Kontinuum aufspannt, finden sich Strom- und Gassektor in einer Mittelposition, wobei die Denkmuster im Stromsektor denen des Telekommunikationssektors näher liegen und die des Gassektors denen des Wassersektors. In diesen Denkmustern spiegeln sich die unterschiedlichen Organisationsstrukturen und Entwicklungsdynamiken der Techniksysteme in den Sektoren. Eine plausible, wenn auch mit unseren Mitteln nicht belegbare Annahme ist, dass sich die gedankliche Auseinandersetzung mit den verschiedenen technischen Ordnungen (zum Beispiel über den Gebrauch von Analogien und Metaphern) in allgemeinen Denkmustern niederschlägt, die dann ebenfalls Auswirkung darauf haben, wie über Governance gedacht und in welcher Richtung nach neuen Regelungsansätzen gesucht wird. Der relativ frühe Erfolg der Liberalisierung über gemeinsame Netznutzung als ein mit hoher Komplexität und Dynamik der Regulierung einhergehendes Instrument im Telekommunikationssektor und sein Scheitern im Wassersektor würden eine solche Hypothese stützen.

⁹ Diese Beobachtung haben wir im Rahmen der Teilnahme an jeweils gesonderten Sektorworkshops im Rahmen des Projekts »Integrierte Mikrosysteme der Versorgung« gemacht. Sie spiegeln sich auch in der Dokumentation der Workshops <www.mikrosysteme.org>.

4 Schlussfolgerungen

Unsere Untersuchung der Einführung der gemeinsamen Netznutzung als neuer Governance-Form in den Infrastruktursektoren hat die jeweils unterschiedlichen Innovationsverläufe im Kontext des Telekommunikations-, Elektrizitäts-, Gas- und Wassersektors herausgestellt. Das Spektrum reicht von einer weitgehenden Umsetzung eines globalen Standardmodells über eine mehr und eine weniger erfolgreiche Verfolgung einer deutschen Eigenentwicklung in Form der Verbändevereinbarung bis zum Scheitern im Wettbewerb mit anderen Governance-Innovationen.

Die unterschiedlichen Verlaufsformen des Innovationsprozesses können zum Teil als Ergebnis des Einflusses der jeweils vorherrschenden technischen Strukturen erklärt werden. Dafür lassen sich Mechanismen auf der Makroebene herausarbeiten, auf der Technik als eine Dimension des Selektionsumfeldes für Governance-Variationen Wirkung entfaltet. Ebenso lassen sich Mechanismen auf der Mikroebene des sozialen Interaktionsprozesses identifizieren, in denen Governance-Variationen entwickelt werden. Hier strukturiert Technik die Interessen und Beziehungen von Akteuren.

Der Einfluss von Technik auf Governance-Innovationen ist aber nicht determinierend. Vielmehr ist Technik nur eine Dimension der Kontextstruktur, in der sich Governance-Innovationen entfalten. Technik ist dort mit spezifischen Institutionen, Werten, Wissen und natürlichen Bedingungen verknüpft, die in ihrer Überlagerung den Entwicklungsraum (*fitness landscape*) für neue Governance-Formen definieren. Das heißt, eine Innovation kann technische Funktionsbedingungen hervorragend erfüllen, sich in einem bestimmten Governance-Kontext aber trotzdem nicht entwickeln, weil sie zum Beispiel fest gegen verankerte Gerechtigkeitsprinzipien verstößt oder mit verfassungsrechtlichen Regeln in Konflikt gerät.

Außerdem ist die Dynamik von Interaktionsprozessen in der Innovationsarena entscheidend für die Entwicklung von Governance-Innovationen. Hier hat Technik die oben herausgearbeitete strukturierende Wirkung. Durch technische Strukturen ergeben sich deshalb Möglichkeiten und Restriktionen, die Handlungsmuster bestimmen. Dabei ist jedoch weiterhin großer Spielraum für strategisches Handeln gegeben. Komplexe Interaktionsprozesse werden in den seltensten Fällen durch Technik eindeutig determiniert. Wenn der Verlust technischer Funktionen in Kauf genommen wird, was durchaus im Ermessen der Akteure liegt, kann auch dieser Spielraum natürlich noch erweitert werden.

Ein dritter Punkt, in dem der Einfluss von Technik spezifiziert werden muss, ist die besondere Form, in der sie als Selektionsumfeld wie auch als Handlungsstruktur Wirkung erhält. Weit überwiegend geschieht dies gesellschaftlich ver-

mittelt. Das heißt, technische Bedingungen und Möglichkeiten werden durch Akteure interpretiert und in politische Diskurse eingebracht. Nur in seltenen Fällen sind es unmittelbare Erfahrungen aus Realexperimenten, die Bedingungen und Möglichkeiten von Technik in Bezug auf Governance-Alternativen aufzeigen. Kulturelle Deutungsrahmen und strategische Interessen prägen auf diese Weise das, was als technische Potenziale oder Funktionsbedingungen politisch verhandelt wird. Die in politischen Prozessen wirksame gesellschaftlich vermittelte Technik ist also nicht mit derjenigen identisch, die sich in materieller Interaktion manifestieren würde.

Von einem Determinismus institutionellen Wandels durch Technik kann also nicht gesprochen werden. Genauso wenig kann Technik bei der Analyse der Entwicklung neuer Governance-Formen jedoch ausgeklammert werden. Gerade in Infrastruktursektoren, so hat die vergleichende Untersuchung gezeigt, ermöglicht der Blick auf die spezifische Struktur des technischen Netzes die Identifizierung wichtiger Faktoren zur Erklärung institutioneller Wandlungsprozesse.

Literatur

- Arentsen, Maarten/Rolf W. Künnecke (Hrsg.), 2003: *National Reforms in European Gas*. Amsterdam: Elsevier.
- Armstrong, C. Mark/Simon Cowan/John Vickers, 1994: *Regulatory Reform, Economic Analysis and British Experience*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Bauknecht, Dierk, et al., 2006: Transformation der Stromwirtschaft: Die Rolle der Netze und ihrer Regulierung. In: Mischa Bechberger/Danyel Reiche (Hrsg.), *Ökologische Transformation der Energiewirtschaft: Erfolgsbedingungen und Restriktionen*. Berlin: Erich Schmidt, 257–275.
- Beckmerhagen, Axel, 2001: *Die essential facilities doctrine im US-amerikanischen und europäischen Kartellrecht*. Baden-Baden: Nomos.
- BMWA (Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit) 2003: *Bericht des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit an den Deutschen Bundestag über die energiewirtschaftlichen und wettbewerbsrechtlichen Wirkungen der Verbändevereinbarung*. Berlin: BMWA.
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie), 2001: *Optionen, Chancen und Rahmenbedingungen einer Marköffnung für eine nachhaltige Wasserversorgung*. Endbericht. Berlin: BMWi.
- Böllhof, Dominik, 2002: *Developments in Regulatory Regimes: An Anglo-German Comparison on Telecommunications, Energy and Rail*. Preprints aus der Max-Planck-Projektgruppe Recht der Gemeinschaftsgüter 2002/5. Bonn.
- Briscoe, John, 1995: Der Sektor Wasser und Abwasser in Deutschland. In: *gfw Wasser, Abwasser* 136, 422–432.
- Brunekreeft, Gert/Sven Tweleemann, 2006: Regulation, Competition and Investment in the German Electricity Market: RegTP or REGTP. In: *Energy Journal* 26, 99–126.

- Büscher, Eckehard (Hrsg.), 2001: *Wasservirtschaft im Aufbruch: Chancen der Liberalisierung – Geschäftsmodelle für Erzeuger, Verbraucher und Entsorger*. Köln: Deutscher Wirtschaftsdienst.
- Deutsche Bank Research, 2000: *Wasservirtschaft im Zeichen von Liberalisierung und Privatisierung*. Aktuelle Themen Nr. 176. Frankfurt a.M.: Deutsche Bank Research.
- Franke, Gert, 2001: Die Sicht inländischer privatwirtschaftlicher Unternehmen. In: Eckehard Büscher (Hrsg.), *Wasservirtschaft im Aufbruch: Chancen der Liberalisierung – Geschäftsmodelle für Erzeuger, Verbraucher und Entsorger*. Köln: Deutscher Wirtschaftsdienst, 167–178.
- Helm, Dieter/Tim Jenkinson (Hrsg.), 1998: *Competition in Regulated Industries*. Oxford: Oxford University Press.
- Indermühle, Samuel, 2002: *Liberalisierung der letzten Meile und Grundversorgung im Schweizer- und WTO-Kommunikationsrecht*. Lizentiatsarbeit. Bern: Universität zu Bern.
- Knieps, Günter, 2001: *Netzsektoren zwischen Regulierung und Wettbewerb*. Diskussionsbeiträge des Instituts für Verkehrswissenschaft und Regionalpolitik 76. Freiburg i.Br.: Universität Freiburg.
- , 2002: *Wettbewerb auf den Ferntransportnetzen der deutschen Gaswirtschaft: Eine netzökonomische Analyse*. Institut für Verkehrswissenschaft und Regionalpolitik der Universität Freiburg. Freiburg i.Br.: Universität Freiburg.
- Knieps, Günter/Gert Brunekreef (Hrsg.), 2003: *Zwischen Regulierung und Wettbewerb: Netzsektoren in Deutschland*. Heidelberg: Physica-Verlag.
- Konrad, Kornelia, et al., 2004: *Transformationsprozesse in netzgebundenen Versorgungssystemen: Ein integratives Analysekonzept auf Basis der Theorie technologischer Transitionen*. Bericht im Rahmen des BMBF-Projektes »Integrierte Mikrosysteme der Versorgung«, Juli 2004. Berlin: BMBF.
- Mayntz, Renate, 1988: Zur Entwicklung technischer Infrastruktursysteme. In: Renate Mayntz et al. (Hrsg.), *Differenzierung und Vernetzung: Zur Entwicklung gesellschaftlicher Teilsysteme*. Frankfurt a.M.: Campus, 233–259.
- Mayntz, Renate/Volker Schneider, 1995: Die Entwicklung technischer Infrastruktursysteme zwischen Steuerung und Selbstorganisation. In: Renate Mayntz/Fritz W. Scharpf (Hrsg.), *Gesellschaftliche Selbstregulierung und politische Steuerung*. Frankfurt a.M.: Campus, 73–100.
- Meran, Georg/Christian von Hirschhausen, 2004: *Corporate Self-Regulation vs. Ex-Ante Regulation of Network Access: A Model of the German Gas Sector*. DIW Discussion Paper 436. Berlin: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW).
- Mez, Lutz, 1997: The German Electricity Reform Attempts: Reforming Co-optive Networks. In: Atle Midttun (Hrsg.), *European Electricity Systems in Transition: A Comparative Analysis of Policy and Regulation in Western Europe*. Amsterdam: Elsevier, 231–252.
- , 2003: The Transformation of the German Gas Supply Industry. In: Maarten Arentsen/Rolf W. Künnecke (Hrsg.), *National Reforms in European Gas*. Oxford: Elsevier, 213–244.
- Midttun, Atle (Hrsg.), 1997: *European Electricity Systems in Transition: A Comparative Analysis of Policy and Regulation in Western Europe*. Amsterdam: Elsevier.
- Müller, Markus M., 2002: *The New Regulatory State in Germany*. Birmingham: The University of Birmingham Press.
- Müller-Kirchenbauer, Joachim, et al., 2004: Entry-Exit ante portas? Aktuelle Entwicklungen zum Gasnetzzugangsmodell für Deutschland. In: *ZfE – Zeitschrift für Energiewirtschaft* 28, 225–231.

- Müller-Kirchenbauer, Joachim/Wolfgang Zander, 2003: Stetig steigender Druck? Eine Momentaufnahme zum Gasnetzzugang in Deutschland. In: *Marktplatz Energie* 1/2003, 2–5.
- Newbery, David M., 2001: *Privatization, Restructuring, and Regulation of Network Utilities*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Oelmann, Mark, 2005: *Zur Neuansichtung der Preis- und Qualitätsregulierung in der deutschen Wasserwirtschaft*. Köln: Kölner Wissenschaftsverlag.
- Rip, Arie, 1992: A Quasi-Evolutionary Model of Technological Development and a Cognitive Approach to Technology Policy. In: *Rivista di Studi Epistemologici e Sociali Sulla Scienza e la Tecnologia* 1992/2, 69–103.
- Ritter, Eva-Maria, 2004: *Deutsche Telekommunikationspolitik 1989–2003: Aufbruch zu mehr Wettbewerb – ein Beispiel für wirtschaftliche Strukturreformen*. Bonn: Droste.
- Rothenberger, Dieter, 2003: *Report zur Entwicklung des Versorgungssektors Wasser. IMV-Sektorstudie Siedlungswasserwirtschaft*. CIRUS (Centre for Innovation Research in the Utility Sector), Projekt Integrierte Mikrosysteme der Versorgung. Kastanienbaum, Dübendorf, Schweiz: CIRUS.
- Schneider, Volker, 1992: Kooperative Akteure und vernetzte Artefakte: Überlegungen zu den Formen sozialer Organisation großtechnischer Systeme. In: Gotthard Bechmann/Werner Rammert (Hrsg.), *Großtechnische Systeme, Risiko und gesellschaftliche Steuerung* (Technik und Gesellschaft, Jahrbuch 6). Frankfurt a.M.: Campus, 113–139.
- , 2001: *Die Transformation der Telekommunikation: Vom Staatsmonopol zum globalen Markt (1800–2000)*. Frankfurt a.M.: Campus.
- Schneider, Volker/Renate Mayntz, 1995: Akteurzentrierter Institutionalismus in der Technikforschung. Fragestellungen und Erklärungsansätze. In: Gotthard Bechmann/Jost Halffmann/Werner Rammert (Hrsg.), *Theoriebausteine der Techniksoziologie* (Technik und Gesellschaft, Jahrbuch 8). Frankfurt a.M.: Campus, 107–130.
- Spiller, Pablo T./Luis V. Martorell, 1996: How Should it be Done? Electricity Regulation in Argentina, Brazil, Uruguay, and Chile. In: Richard J. Gilbert/Edward P. Kahn (Hrsg.), *International Comparison of Electricity Regulation*. Cambridge: Cambridge University Press, 82–125.
- Thorein, Thorsten, 1997: *Telekommunikationspolitik in Deutschland: Liberalisierung und Regulierung*. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.
- UBA (Umweltbundesamt) (Hrsg.), 2000: *Liberalisierung der deutschen Wasserversorgung. Auswirkungen auf den Gesundheits- und Umweltschutz: Skizzierung eines Ordnungsrahmens für eine wettbewerbliche Wasserwirtschaft*. Texte des Umweltbundesamtes. Berlin: UBA.
- Van de Ven, Andrew H., et al., 1999: *The Innovation Journey*. Oxford: Oxford University Press.
- VKU (Verband kommunaler Unternehmen) (Hrsg.), 2001: *Liberalisierung der Wasserwirtschaft? Der Preis für Verbraucher und Umwelt wäre zu hoch. Stadtwerke im Wettbewerb*. Köln: VKU.
- Vogelsang, Ingo, 2002: *The German Telecommunications Reform: Where did it Come from, Where is it, and Where is it Going?* Tagungsbeitrag. Jahrestagung des Vereins für Socialpolitik, Innsbruck, 19. September 2002.
- Voß, Jan-Peter, 1998: *Elektrizitätspolitische Governance: Eine Fallanalyse der Liberalisierung des deutschen Stromsektors*. Diplomarbeit. Berlin: Freie Universität Berlin.
- , 2000: Institutionelle Arrangements zwischen Zukunfts- und Gegenwartsfähigkeit: Verfahren der Netzregelung im liberalisierten deutschen Stromsektor. In: Volker v. Prittwitz

- (Hrsg.), *Institutionelle Arrangements in der Umweltpolitik: Zukunftsfähigkeit durch innovative Verfahrenskombination?* Opladen: Leske + Budrich, 227–254.
- , 2005: Innovation of Governance: How Do New Policies Develop and Become Implemented? In: Alfons Bora et al. (Hrsg.), *Technik in einer fragilen Welt: Die Rolle der Technikfolgenabschätzung*. Berlin: edition sigma, 509–517.
- Voß, Jan-Peter/Dierk Bauknecht, 2006: *Innovationsfeldanalyse Netzregulierung: Die Liberalisierung von Versorgungssektoren durch gemeinsame Netznutzung als Innovationsprozess im Handlungsfeld Governance*. Öko-Institut – Institute for Applied Ecology. Bericht für AP 530 im Projekt »Integrierte Mikrosysteme der Versorgung. Dynamik, Nachhaltigkeit und Gestaltung von Transformationsprozessen in netzgebundenen Versorgungssystemen«. Berlin.
- Werle, Raymund, 1990: *Telekommunikation in der Bundesrepublik: Expansion, Differenzierung, Transformation*. Frankfurt a.M.: Campus.

Die Wechselwirkung technischen und institutionellen Wandels in der Transformation von Energiesystemen

Harald Robracher

1 Einleitung

Energiesysteme befinden sich derzeit in einer Phase des Umbruchs – sowohl was Teile ihrer technologischen Basis als auch was ihre regulatorischen Rahmenbedingungen betrifft. In diesem Beitrag wird die These vertreten, dass neue Technologien bevorzugte Korridore für institutionelle Entwicklungen und politische Steuerungsmöglichkeiten schaffen können. Trotz der von Technologien ausgehenden Änderungsimpulse oder -potenziale kann soziotechnischer Wandel aber nur als Wechselspiel zwischen den limitierenden und ermöglichenden Eigenschaften von Technologien beziehungsweise technischen Systemen, Institutionen und sozialen Praktiken, Akteurinteraktionen sowie (oft historisch-kontingenten) externen Bedingungen (zum Beispiel Ressourcenverfügbarkeit) verstanden werden. Soziotechnische Transformationsprozesse können auf allen diesen Ebenen angestoßen werden, sind aber in ihrer Dynamik nur in der Überschneidung dieser Einflussfaktoren verständlich.

Die derzeitige Transformation des Energiesystems basiert einerseits auf neuen dezentralen Erzeugungstechnologien (Gas-Dampf-Kombikraftwerke; Mikro-Kraft-Wärme-Kopplung auf Haushaltsebene usw.) in Kombination mit neuen, auf der Informationstechnologie basierenden Integrationsmöglichkeiten (auf Ebene des Verteilnetzes, aber auch auf Haushaltsebene). Diese Entwicklungen treffen andererseits mit neuen Governance-Regimes für Infrastrukturtechnologien zusammen, wo unter dem Titel ›Liberalisierung‹ Infrastruktursektoren re-reguliert werden, um in ehemaligen Monopolbereichen marktförmige Verhältnisse herzustellen.

Unter diesen neuen Voraussetzungen zeichnen sich unterschiedliche Entwicklungsmöglichkeiten ab, deren Radikalität sich nicht aus einzelnen technischen oder sozialen Innovationen, sondern erst aus der Verbindung technischen und institutionellen Wandels erlauben lässt. Zugleich ist zu erwarten, dass die jeweiligen Szenarien auch auf die Gestaltung und Entwicklungschancen der sie tragenden Technologien zurückwirken:

- Im Fall des Energiesystems besteht durchaus die Möglichkeit eines radikalen Wandels der Energieversorgung und -nutzung, die gekennzeichnet ist durch neue Akteurkonfigurationen – unabhängige Erzeuger, eine ausdifferenzierte Palette intermediärer Organisationen und Dienstleister – und neue institutionelle Kontexte. So können etwa Nutzer durch neue Dienstleistungskonzepte, aber auch durch den Einsatz von alternativen Erzeugungstechnologien direkt in Haushalten in vielen Fällen zu Koproduzenten von Energie(-dienstleistungen) werden. Viele der durch diese neuen technischen und organisatorischen Rahmenbedingungen ermöglichten und induzierten Innovationen erfordern auch Änderungen auf Systemebene.
- Es besteht aber auch die Möglichkeit, dass die vorhandenen neuen technischen Möglichkeiten und regulatorischen Intentionen in traditionelle institutionelle Strukturen des Sektors integriert werden (zentrale Organisation und vertikale Integration des Sektors, wenige dominante Player; direkter Einfluss der Politik) und bestenfalls mit inkrementellen Änderungen einhergehen.

In diesem Kapitel soll die Transformation von Energiesystemen anhand einzelner technologischer Fallbeispiele unter den wechselnden Spielräumen und Restriktionen auf den drei Ebenen Technologien, Institutionen und Akteure analysiert werden, wobei insbesondere der Rolle technischer Innovationen und ihrer Potenziale zur Systemtransformation Aufmerksamkeit geschenkt werden soll.

2 Transformation der Energiesysteme

Die Entwicklung der Energiesysteme in industrialisierten Ländern seit dem Zweiten Weltkrieg war charakteristisch für ein *mature system* (Hughes 1983), in dem inkrementelle Veränderungen an die Stelle eines radikalen Wandels getreten waren und in dem sich rechtliche, ökonomische und finanzielle Rahmenbedingungen, soziale Praktiken, Akteurkonstellationen und Netzwerke sowie technische Strukturen und Konfigurationen wechselseitig stabilisierten und verstärkten – eine Situation, die, wie Hughes betont, aber auch verwundbar machen kann für Änderungen im Umfeld dieser reifen Systeme. Charakteristisch für den Stromsektor war im Allgemeinen ein öffentliches Monopol auf Erzeugung, Ausbau und Management der Stromnetze sowie auf den Vertrieb von Elektrizität. Darüber hinaus wurde Stromerzeugung vorwiegend in zentralen Kraftwerkseinheiten betrieben. Charakteristisch waren ferner ein hoher technischer Standard und ein hoher Sicherheitsstandard der Netze sowie die Orientierung der Erzeugungsstruktur an prognostizierter Nachfrage. Spätestens seit

den Energiekrisen der siebziger und achtziger Jahre und der Anti-AKW-Bewegung in vielen Ländern begann sich von unterschiedlichen Seiten Veränderungsdruck aufzubauen, der in Verbindung mit neuen politischen und ökonomischen Trends in einen sukzessiven Umbau der Energieversorgung und anderer Infrastruktursysteme mündete.

Die gegenwärtige Transformation des Sektors findet auf unterschiedlichen Ebenen statt:

- Auf der Ebene institutioneller Rahmenbedingungen und der Governance von Energiesystemen hat sich in Europa und zunehmend weltweit ein Trend zur sogenannten Liberalisierung von Infrastruktursystemen durchgesetzt, in welchem sich Strukturveränderungen moderner Gesellschaften (von Hierarchien zu Netzwerken) und politisch-ideologische Motivationen (Neo-Liberalismus) in der Organisation technischer Infrastruktursysteme spiegeln (Mayntz 1993: 107). Privatisierung bisher staatlicher Versorgungsunternehmen, Re-Regulierung zur Schaffung marktförmiger Strukturen in bisherigen Monopolbereichen und ähnliche Maßnahmen führten dabei zu einer profunden Umgestaltung institutioneller Strukturen und Machtbeziehungen innerhalb von Infrastruktursystemen und in Bezug auf ihre öffentliche Kontrolle. Innerhalb der EU war diese Marktliberalisierung auch stark vom Ziel eines gemeinsamen europäischen Energiemarktes getrieben, der durch seine Wettbewerbsorientierung Energie effizienter als bisher bereitstellen und nationale Monopolbetriebe »entmachten« sollte.¹ Darüber hinaus kamen wichtige Impulse zur Veränderung des Energiesystems auch aus anderen Politikfeldern, insbesondere aus der Umwelt- und Klimapolitik und aus Überlegungen zur Versorgungssicherheit.
- Zugleich – und darauf wird in diesem Beitrag noch zurückzukommen sein – vollzogen sich wichtige Änderungen in der technologischen Basis der Energiesysteme: neue Erzeugungstechnologien, neue Managementmöglichkeiten durch Informations- und Kommunikationstechnologien, die Entwicklung

1 Diesendorf (1996: 36) fasst gemeinsame Faktoren und Motive zur Einführung liberaler Energiemärkte wie folgt zusammen:

- »The claim of economists that a competitive market for electricity would be more efficient.
- State governments wish to relinquish responsibility for public utilities in order to reduce state debts and increase their revenues by selling off public assets.
- The benefits of scale in the electricity generation industry have been reversed as smaller combined-cycle gas turbines or small CHP (combined heat and power) schemes have been becoming more cost-efficient. This development weakens the argument of electricity generation as a natural monopoly. Moreover, a more dispersed system of smaller power stations requires a different set of institutions for planning and operation.
- New technology for communications, control and energy efficiency makes spot pricing and demand management feasible.«

dezentraler Energietechnologien oder neue technologische Möglichkeiten auf der Verbraucherseite sind hier zu nennen.

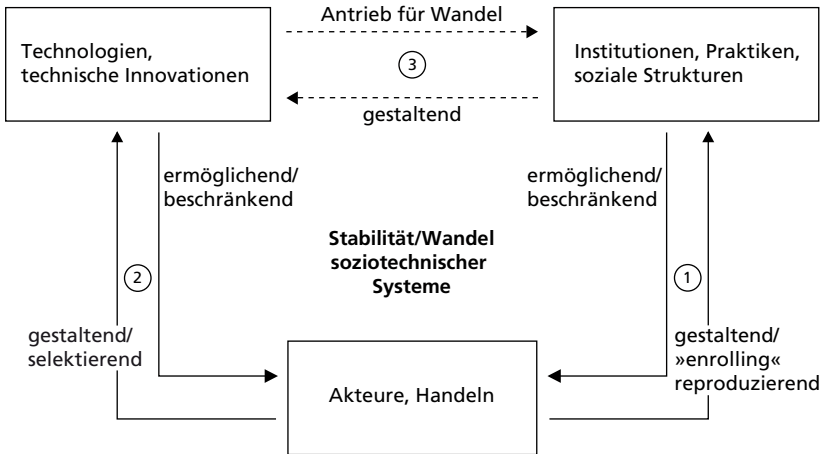
Trotz des häufigen Verweises auf neue technische Möglichkeiten ist die Liberalisierung und institutionelle Neuregulierung die dominante Erzählung bei der Erklärung und Legitimation des stattfindenden Wandels von Infrastruktursystemen.² Bezeichnenderweise gilt dies auch für viele Zugänge, die sich kritisch mit den (negativen) Auswirkungen der Liberalisierung von Infrastruktursystemen auseinandersetzen. Ein Beispiel ist die seit einigen Jahren intensiv diskutierte These des *splintering urbanism* (Graham/Marvin 2001), die das Argument entwickelt, dass derzeit eine Reihe parallel verlaufender Prozesse Infrastruktursysteme so entflechten, dass sie zu einer Fragmentierung des sozialen und materiellen Zusammenhangs von Städten beitragen. In gewisser Weise gleichen sich jedoch die affirmative und die kritische Darstellung der Infrastrukturtransformation zumindest formal in dem Sinn, dass diese weitgehend monokausal auf institutionelle Änderungen zurückgeführt wird. Eine Rückwirkung von Technik auf Institutionen kommt in dieser Argumentation kaum vor und lässt die Argumentation damit hinter den Diskussionsstand der aktuellen Wissenschafts- und Technikforschung zurückfallen.

3 Konzeptioneller Rahmen

Auch wenn in – vor allem sozialkonstruktivistischen – Technikforschungskonzepten oft soziale Faktoren in der Erklärung technischen Wandels dominieren, lassen die meisten Konzepte ausreichend Raum für die Vorstellung, dass die Entstehung sozialer Beziehungen und Strukturen durch Technologien mitbedingt ist. Dolata und Werle stellen in diesem Band eine Reihe solcher Theorieelemente dar, die in verschiedenen techniksoziologischen Ansätzen Technik einen eigenständigen Stellenwert im Rahmen soziotechnischer Konfigurationen und Dynamiken geben. So spielen technische Charakteristika in der von Hughes (1983) ursprünglich formulierten Theorie großer technischer Systeme durchaus eine große Rolle, denkt man etwa an die Rolle des *load factors* für die Entwicklung des Elektrizitätssystems (Hughes 1987: 72) oder die Integration von Atomener-

² Selbst wenn die tatsächliche Praxis der Organisation des Stromsektors so gut wie in keinem Land den ursprünglichen Liberalisierungsintentionen entspricht (und vielfach zu Dysfunktionalitäten geführt hat), halten maßgebliche Institutionen und Akteure wie Weltbank, Internationaler Währungsfonds oder Management Consultants zumindest an der Rhetorik des freien Marktes fest, so dass von der Infrastrukturliberalisierung oft nicht mehr bleibt als das ‚Grinsen der Cheshire-Katze‘ aus *Alice im Wunderland*, wie Steve Thomas (2006: 1975) pointiert feststellt.

Abbildung 1 Die Entwicklung ausgewählter Technologien und die Grundtypen soziotechnischer Beziehungen



gie nach dem Zweiten Weltkrieg (ebd.: 80). Auch in sozialkonstruktivistischen Analysen steht das Wechselspiel Technik-Institution im Zentrum – »The technical is socially constructed, and the social is technically constructed« (Bijker 1993: 125) –, während aus der Sicht der Akteur-Netzwerk-Theorie Änderungsdynamiken aus einem Wechselspiel zwischen Technik (als Aktant) und Akteuren erwachsen (vgl. *programs and anti-programs of action*; Latour 1992).

Für diesen Aufsatz genügt es, die Entwicklung ausgewählter Technologien vor dem Hintergrund der Grundtypen soziotechnischer Beziehungen zu analysieren. Abbildung 1 stellt diese Grundtypen als Interaktion innerhalb der Pole Technik – Akteur – Institution dar.

Während die Beziehung (1) sich auf ein Kernthema soziologischer Theorien und Diskussionen richtet, nämlich das Verhältnis zwischen Handlung und Struktur, interessiert in den folgenden Fallbeispielen vor allem die dazwischen vermittelnde Dimension Technik. Die in der Abbildung dargestellte Beziehung (2) zwischen Technik und Handeln betrifft den Kernbereich der Analysen sozialwissenschaftlicher Technikforschung: Inwiefern lässt sich Technikentwicklung nicht nur aus einer inhärenten Eigenlogik, sondern auch als Ergebnis sozialen Handelns verstehen? Und inwieweit werden unsere Handlungsmöglichkeiten durch Technologien verändert? Beziehung (3) spricht die in diesem Beitrag diskutierten Wechselbeziehungen zwischen Techniktypen und Institutionen an – eine Beziehung, die zwar immer über das Handeln von Akteuren vermittelt und reprodu-

ziert wird, aber dennoch in einer Reihe von Beiträgen zur Innovationsforschung als direktes Verhältnis aufscheint.³ Auch wenn es in diesem Beitrag vor allem um die von Technologien ausgehenden Wirkungen auf Institutionen und Akteurkonfigurationen geht, ist dabei stets zu berücksichtigen, dass nur das Wechselverhältnis aller drei Pole soziotechnische Dynamik hinreichend erklären kann.

Die folgenden Fallbeispiele beziehen sich auf die vorhin skizzierte Transformation von Energiesystemen. Zum einen kann erhofft werden, gerade an solchen im Fluss befindlichen Transformationsvorgängen Rückwirkungen von technischen Neuerungen auf Institutionen und Akteure beobachten zu können. Zum anderen teilen Energiesysteme eine Reihe von Eigenschaften mit anderen Infrastruktursystemen und stehen damit auch für eine breitere Klasse von Technologien und ihre Beziehungsmuster mit dem institutionellen Umfeld.

In diesem Beitrag soll daher anhand charakteristischer Beispiele die Frage gestellt werden,

- inwiefern bestimmte Charakteristika neuer Technologien zum Wandel des Energiesystems beitragen und
- inwieweit diese Charakteristika auf Regulierungsformen, Akteurkonstellationen und institutionelle Rahmenbedingungen rückwirken.

Das Ziel dieses Beitrags ist damit ein sehr beschränktes: Es geht nicht (oder höchstens indirekt) um die Gestaltbarkeit der Transformation des Energiesystems und damit um Governance-Fragen, sondern vielmehr um die Analyse der Rolle ausgewählter Technologien in einem soziotechnischen Transformationskontext und den Versuch, einige verallgemeinernde Überlegungen daran anzuschließen.

4 Fallbeispiele

Wenden wir uns nun konkreten Technologiefeldern zu, die eine wesentliche Rolle im derzeitigen Transformationsprozess von Energiesystemen spielen. Vor allem zwei Beispiele sollen herausgegriffen werden: kombinierte Gas-Dampfturbinen als eine Energieerzeugungstechnologie, die offensichtlich in hohem Maße kompatibel ist mit den Bedingungen liberalisierter Energiemärkte, und die Bedeutung von Informationstechnologien für die Neuorganisation und das

³ Beispiele dafür sind etwa das Konzept der *techno-economic paradigms* von Freeman/Perez (1988), die eine Beziehung zwischen bestimmten pervasiven generischen Technologien (aktuell zum Beispiel Informationstechnologien) und institutionellen Strukturen einer Ökonomie herstellen, oder das von Pavitt (1984) diskutierte Verhältnis von bestimmten Technologiefeldern und zugehörigen Branchenstrukturen und Innovationstypen.

Management von Energiesystemen sowie für neue Formen der Einbeziehung von Endenergieverbrauchern. Ausgehend von einer Darstellung der aktuellen Entwicklungen in diesen Feldern soll nach den institutionellen Rückwirkungen dieser Technologien und nach allfälligen verallgemeinerbaren Charakteristika gefragt werden, die diese spezifischen Rückwirkungen verursachen.

4.1 GuD-Technologie und die Revolutionierung der britischen Stromerzeugung

Eine Technologie, die oft in einem Atemzug mit der Liberalisierung von Strommärkten genannt wird, ist die Strom- und häufig auch Wärmeerzeugung in kombinierten Gas- und Dampfkraftwerken (GuD beziehungsweise in ihrer englischen Bezeichnung CCGT: Combined Cycle Gas Turbine). Von einem Weltmarktanteil von 15 bis 18 Prozent der thermischen Kraftwerke Mitte der achtziger Jahre und einem Ruf als eher experimentelle Technologie mit begrenzter Leistungsfähigkeit steigerte die Gasturbinentechnologie ihren Anteil in den Neunzigern auf einen Wert von über 50 Prozent (Islas 1997: 49). Insbesondere in Großbritannien waren GuD-Kraftwerke schon in der Frühphase der Deregulierung des englischen Strommarktes der Grund für den sogenannten *dash for gas*, einer radikalen Restrukturierung der Stromerzeugung durch massive Investitionen in diesen auf Erdgas basierenden Kraftwerkstyp (in einer Größenordnung von 20.000 MWel beziehungsweise Ausweitung von 0 Prozent auf 30 Prozent Anteil) bei gleichzeitig ausreichend vorhandenen Erzeugungskapazitäten im damals bestehenden Kraftwerkspark (vor allem Kohle und Kernenergie). Das englische Beispiel ist instruktiv für den Zusammenhang von Technologieentwicklung, institutionellen Rahmenbedingungen und Akteurkonstellationen.

Die bei GuD-Kraftwerken eingesetzten Basistechnologien waren zu Beginn der neunziger Jahre nicht neu. Gasturbinen haben vor allem im militärischen Bereich (Düsentriebwerke) eine bis in den Ersten Weltkrieg zurückreichende Entwicklungsgeschichte (Islas 2002). Die technologische Entwicklung (Spezialmaterialien für Turbinen, Fertigungsprozesse) bezog seither ihre wesentlichen Impulse aus der militärischen Forschung und Anwendung. Im Energiebereich fanden Gasturbinen aufgrund ihrer speziellen Charakteristika einen Nischenmarkt in der Abdeckung von Spitzenlasten und in der industriellen Eigenstromerzeugung. Für den Einsatz im Grundlastbereich der Stromerzeugung wurden Gasturbinen erst durch einen weiteren Entwicklungsschritt und die damit verbundene Steigerung des Wirkungsgrades interessant: die Hybridisierung der konkurrierenden Technologien – Gas- und Dampfturbinen – zu GuD-Kombikraftwerken. Ab etwa Mitte der siebziger Jahre stand damit eine Technologie zur Verfügung, deren Eigenschaften sie ein gutes Jahrzehnt später für den Einsatz

in deregulierten Strommärkten besonders interessant machen sollte: hoher Wirkungsgrad in der Stromerzeugung (inzwischen bis zu 60 Prozent) und damit eine vergleichsweise hohe Umweltfreundlichkeit, sehr kurze Anfahrzeit in der Stromerzeugung, geringe Betriebs- und Wartungskosten, kurze Konstruktionszeiten (wesentlich kürzer als für Kohlekraftwerke), geringe Kapitalkosten, modulare Bauweise. Das Risiko bestand neben der vor allem in Anfangszeiten vorhandenen Unsicherheit über die langfristige Haltbarkeit der Turbinen vor allem in einer starken Abhängigkeit vom Gaspreis, der den Hauptkostenfaktor in der GuD-Stromerzeugung ausmacht.

Genau diese Charakteristika in Verbindung mit niedrigen Gaspreisen sind es auch, die GuD-Kraftwerke unter den neuen Rahmenbedingungen der Energiemärkte so attraktiv machten. Die (relativ) geringen Investitionskosten und die kurzen Konstruktionszeiten waren von besonderem Vorteil für den Markteintritt neuer Akteure, der unter marktliberalen Rahmenbedingungen möglich und erwünscht war. Gleichzeitig waren die kurzen Investitionszyklen und die hohen, kurzfristig erzielbaren Renditen ebenso wie die modulare Bauweise (und damit kurzfristige Orientierbarkeit an steigendem Bedarf) bestens kompatibel mit einer steigenden Orientierung des Energiesektors am Kapitalmarkt, für dessen Gegebenheiten Planungs- und Laufzeiten konventioneller Kraftwerke unverhältnismäßig lang waren. In diesem Fall scheint eine enge Bindung dieser Technologie an institutionelle Rahmenbedingungen liberalisierter Strommärkte evident zu sein. Wie das britische Beispiel zeigt, ist der tatsächliche Verlauf der Diffusion dieser Technologie im Zuge des Liberalisierungsprozesses allerdings weitaus komplexer.

Zu Beginn des britischen Strommarkt-Liberalisierungsprozesses um das Jahr 1987 waren die Erzeugung, Verteilung und Versorgung von Elektrizität noch in alleiniger Hand des staatlichen Monopols CEBG (Central Electricity Generation Board). Der erste Schritt der Privatisierung sah im Wesentlichen die Aufteilung dieses Monopols in unterschiedliche Gesellschaften vor: in zwei große Erzeugungsgesellschaften (National Power, PowerGen), eine Netzbetriebsgesellschaft sowie zwölf regionale Verteilgesellschaften (RECs). Es bestand die Möglichkeit, den Großversorger selbst zu wählen und in eingeschränktem Rahmen auch selbst Strom herzustellen. Sogar diese Neustrukturierung war nicht unwesentlich durch die bestehende technische Basis des Energiesystems bestimmt, denn erst der hohe Stellenwert der Kernenergie und das Erfordernis eines ausreichend großen Betreibers gab Anlass, den Erzeugermarkt in nur zwei große Unternehmen zu teilen und dafür den Betreibern regionaler Netze auch die Möglichkeit begrenzter Erzeugungskapazitäten einzuräumen. Als Folge dieses Aufbrechens des nationalen Monopols wurde erwartet, dass die regionalen Versorger in der Wettbewerbssituation den jeweils effizientesten Erzeuger auswählen würden.

In der ersten Phase des Prozesses waren die Weichen aus der Sicht des CEGB jedenfalls noch fix in Richtung Stromerzeugung durch Kohle und Kernenergie gestellt (Winkel 2002: 572). Die Option Gas wurde kaum beachtet und generell wurde erwartet, dass Gas-Dampf-Kombikraftwerke weiterhin auf eine Nischenrolle beschränkt bleiben würden. Schließlich fiel gegen Ende der achtziger Jahre auch das EU-weite Verbot, Gas als Brennstoff für Stromerzeugung im Grundlastbereich zu verwenden, während der Gasmarkt gleichzeitig ebenfalls liberalisiert wurde.

Für neu in den Markt eintretende Erzeuger tat sich damit eine interessante Option auf, da bei Kohlekraftwerken schon die *economies of scale* die bestehenden Großerzeuger bevorzugten und obendrein für neue Kohlekraftwerke erhöhte (kostentreibende) Emissionsvorschriften bestanden. Der Kostenvorteil von GuD wurde damit signifikant und veranlasste selbst die beiden großen Versorger National Power und PowerGen, in GuD-Kraftwerksplanungen einzusteigen. Die Genehmigungsanträge für GuD-Kraftwerke stiegen in den ersten Jahren der Privatisierung sprunghaft an und führten zu zunehmendem Widerstand einzelner Akteure. British Coal äußerte etwa den Vorwurf, dass die regionalen Versorger nur aus Gegnerschaft zu den großen Erzeugern und nicht aus ökonomischen Gründen auf GuD setzten, während sich die RECs damit verteidigten, diese Kraftwerke für ihre Diversifizierung aus den stark regulierten Bereichen Verteilung und Versorgung hinaus zu benötigen. Bereits 1993 waren fünfzehn GuD-Kraftwerke in Betrieb oder gerade im Bau und gingen einher mit einem rapiden Nachfragerückgang nach Kohle und dem Kollaps der britischen Kohleförderung. Der *dash for gas* wurde erst 1997 durch ein Moratorium für neue GuD-Pläne zum Schutz der verbleibenden Kohleindustrie durch die neue Labour-Regierung gestoppt.

Wie Winkel (2002) in seiner Analyse des *dash for gas* darstellt, war die rapide Restrukturierung der Stromerzeugung keineswegs allein auf ökonomische Vorteile und die oben genannten Charakteristika wie kurze Investitionszyklen, hohe Renditeerwartungen, modulare Bauweise usw. zurückzuführen. Auffällig war, dass die Möglichkeit des radikalen Wandels von den damals etablierten Systemmanagern nicht wahrgenommen wurde, sondern eher von marginalisierten Gruppen wie unabhängigen Erzeugern oder industriellen Nutzern. Auch die britische Regierung fühlte sich zwar der Liberalisierung des Strommarktes verpflichtet, sah als Kernpunkt ihrer Strategie aber weiterhin den Ausbau der Atomkraft vor, was letztlich zu einer inadäquaten und wenig kompetitiven Struktur des Erzeugermarktes führte. Dass den RECs begrenzte Eigenerzeugungsmöglichkeiten eingeräumt wurden, die diese dann durch einen massiven Ausbau von GuD-Kraftwerken nutzten, war letztlich eine Reaktion auf diese mangelhaften Liberalisierungsrahmenbedingungen.

Der *dash for gas* war zweifellos keine geplante oder erwartete Entwicklung, sondern eher ein Mix aus Koinzidenz und Kontingenz (Winkel 2002: 585), aus neuen radikalen technischen Möglichkeiten mit spezifischen Charakteristika, die in einer eher ungeplant entstandenen Akteurkonstellation von bisher eher marginalen Gruppen als Hebel gegen einen wenig kompetitiven Erzeugermarkt genutzt werden konnten. Zusätzlich begünstigt wurde der Prozess durch die Insensitivität der bisherigen Systemintegratoren, eine Portion Regierungsideologie (gegen »gewerkschaftlich konnotierte« Kohle) und weitere gleichzeitig stattfindende Änderungen in den Rahmenbedingungen (Umweltgesetze usw.). Nur dieses weitgehend zufällige Zusammentreffen von technischen, ökonomischen und politischen Faktoren, Regulierungsrahmenbedingungen und Akteurkonstellationen kann den derart drastischen Wandel in der Stromerzeugungsstruktur erklären. In anderen Ländern, in denen der Strommarkt ebenfalls liberalisiert wurde, verlief die Diffusion von GuD-Kraftwerken jedenfalls wesentlich moderater und auf niedrigerem Niveau.⁴

In einem internationalen Vergleich findet Watson (2004b: 1076) jedoch auch, dass die GuD-Technologie bei Weitem nicht nur im Rahmen von Strommarktliberalisierungen, sondern auch unter einer Reihe anderer Selektionsumgebungen erfolgreich war – insbesondere bei schnellem Wachstumsbedarf und billiger Verfügbarkeit von Erdgas. Ein besonderes Charakteristikum kombinierter Gas-Dampfturbinen ist so gesehen auch ihre hohe Flexibilität, was unterschiedliche Verwendungsformen (Düsenturbine, Energieerzeugung) und förderliche institutionelle Kontexte betrifft. Gasturbinen können also durchaus in zentralisierte Erzeugungssysteme integriert werden, bringen aber das Potenzial mit, diese Institutionalisierungsformen aufzubrechen (siehe auch Markard/Truffer 2006: 616).

Welche vorläufigen Schlussfolgerungen für die Rückwirkung von Technologien auf institutionelle Kontexte und Akteurkonstellationen können aus alledem gezogen werden? Wesentliche Impulse für die starke Verbreitung von Gasturbinen zur Stromerzeugung kamen zweifellos von geänderten Regulierungskontexten und deren hoher Vereinbarkeit mit einer Technologie, deren Ökonomie und Lebenszyklus kurze Planungshorizonte erlaubte, mit der – auch kurzfristige – Vorteile eines niedrigen Gaspreises in hohe Renditen und kurze Abschreibungszeiten umgelegt werden konnten und die damit stärker den Anforderungen von Finanzmärkten genügte als die traditionellen langfristigen Energiesystemplanungen aus einer Ingenieurperspektive. Wenn auch nicht behauptet

4 Ein Beispiel dafür ist Deutschland, wo aus industriepolitischen Überlegungen die Ökosteuer so gestaltet wurde, dass sie Kohle systematisch gegenüber anderen Energieträgern bevorzugt (Sartorius 2005).

werden kann, dass diese Technologie erst bestimmte institutionelle Rahmenbedingungen hervorgebracht hat, so kann doch von einer hohen Kompatibilität von GuD-Technik und spezifischen institutionellen Kontexten – deregulierte, kompetitive Märkte der Stromerzeugung – gesprochen werden. Allerdings sieht man an diesem Beispiel auch, wie bedeutsam letztlich der Umstand war, dass eine bestimmte Gruppe von Akteuren die GuD-Technik, deren Genese in völlig anderen Kontexten verlief, für ihr eigenes strategisches Handeln nutzen konnte und damit die Erwartungen und Planungen der politischen Gestaltung von institutionellen Rahmenbedingungen zu unterlaufen vermochte.

Das englische Beispiel zeigt, dass erst durch das ungeplante Zusammentreffen weiterer Bedingungen GuD eine radikale Wirkung entfalten konnte und wesentlich zum Entstehen beziehungsweise zur Stabilität neuer Akteurkonstellationen beitrug: die Charakteristika von GuD in einer spezifischen sozio-technischen Konstellation rekrutierten gewissermaßen erst eine Vielzahl von unabhängigen Erzeugern und prägten in einem gewissen Maß die Struktur und Dynamik des englischen Energieerzeugungsmarktes. Hier hat jedenfalls eine Technologie massiv auf Akteurkonstellationen und Marktstrukturen rückgewirkt – allerdings kaum als generalisierbare Eigenschaft, sondern weitgehend bedingt durch eine ganz spezifische historische Situation.

4.2 Informationstechnologien und das Management von Infrastruktursystemen

Ein ganz anderer Technologietypus, der in seiner Rolle für den derzeitigen Transformationsprozess von Energiesystemen fraglos von tiefgreifenderer Bedeutung als die soeben beschriebene Gasturbinentechnologie ist, sind Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT). Bei IKT handelt es sich um eine »generische Technologie« (Molina 1999: 26), die höchst flexibel in unterschiedlichsten Kontexten einsetzbar ist und Auswirkungen auf unterschiedliche Industrien und gesellschaftliche Subsysteme hat. Aus Sicht der evolutionären Ökonomie liegen IKT dem aktuellen technoökonomischen Paradigma (Freeman/Perez 1988) zugrunde, haben also einen alle Wirtschaftszweige durchdringenden und umgestaltenden Charakter. Technoökonomische Paradigmen (TEP) beziehen sich in diesem Sinn auch auf die institutionellen Rückwirkungen eines bestimmten (generischen) Typus von Technologien. Das anfängliche Missverhältnis solcher pervasiver Innovationen mit dem bestehenden sozioinstitutionellen Rahmen kann nach Freeman und Perez sogar zu ökonomischen Einbrüchen führen.

Auch bei der stattfindenden Umgestaltung der Energiesysteme kann davon ausgegangen werden, dass ohne eine immens gesteigerte Kapazität zur Informationsverarbeitung wesentliche Elemente der Re-Regulierung der Strominfra-

struktur nicht möglich gewesen wären. Das für Infrastrukturliberalisierungen zentrale *unbundling*, nämlich die Entflechtung des Infrastrukturnetzes (Stromnetz, Schieneninfrastruktur usw.) von der über das Netz erbrachten Leistung (im Fall von Elektrizität: Erzeugung und Vertrieb) zur Schaffung eines kompetitiven Marktumfeldes für infrastrukturabhängige Dienstleistungen ist ohne eine stark gestiegene Informationsverarbeitungskapazität jedenfalls nicht vorstellbar. Vor allem transaktionskostentheoretische Analysen weisen auf die Kosten und Imperfektionen des Ersatzes vertikaler Netzintegration durch Preissignale hin (Joskow 1996: 375). So ist etwa die sinnvolle Nutzung bestehender und der Ausbau neuer Erzeugungskapazitäten eine komplexe Herausforderung, die einer engen Integration mit der Entwicklungsplanung und Steuerung des Stromnetzes beziehungsweise des gesamten Kraftwerksparks bedarf. Idealerweise sollten sich solche Informationen unter liberalisierten Strommarktbedingungen weitgehend in Preisbildungen – für Grund- und Spitzenlast, für kurzzeitig verfügbare Regel- oder Ausgleichsenergie usw. – abbilden, was allerdings, wie Unterinvestitionen in den Netzausbau zeigen, nur unvollkommen stattfindet. Dennoch ist der informationstechnische Aufwand beträchtlich, etwa für Preisbildungen im Rahmen von Strombörsen, die wie ihr Pendant in Finanzmärkten auf eine hochgradige informationstechnische Integration der einzelnen Marktakteure angewiesen sind. Thomas (2006: 1979) weist darauf hin, dass in England die Softwarehäuser wahrscheinlich die größten Gewinner der Liberalisierung waren – allein die Einrichtung der neuen Strombörse NETA, oft als das komplexeste je in Großbritannien entwickelte Paket von Computerprogrammen bezeichnet, erforderte einen Zeitraum von fünf Jahren für Entwicklung und Implementierung bei Kosten von etwa 1,5 Milliarden Pfund. Auch die Kosten für Software zur Liberalisierung des Endkundenmarktes schlugen mit 800 Millionen Pfund zu Buche.

Ganz allgemein erfordert die zunehmende Entkopplung von Netzen und Dienstleistungen ein geändertes Management des Elektrizitätssystems. Wo bisher weitgehend in Top-down-Manier die Erzeugung an der jeweiligen Nachfrage »entlangeregelt« wurde, ist nun ein wesentlich komplexeres System mit einer Vielzahl von vergleichsweise unabhängigen Akteuren zu steuern – eine Steuerungsleistung, die ohne immensen IKT-Einsatz nicht erbringbar wäre. Dies gilt in noch viel höherem Maße für unterschiedliche Szenarien der zukünftigen Entwicklung des Energiesystems. Die politisch erwünschte Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger am Stromerzeugungsmix – insbesondere ein steigender Windkraftanteil, Photovoltaik ist diesbezüglich noch vernachlässigbar – bedeutet auch einen höheren Anteil an *intermittent energy sources*, deren Stromerzeugung nur begrenzt planbar ist und von der Verfügbarkeit von Wind und Sonne abhängt. Ein weiterer möglicher Trend – ebenfalls in Verbindung mit erneuerbaren Energiequellen und den Vorteilen einer gleichzeitigen Erzeu-

gung von Strom und Wärme nahe am Verbraucher – ist die stärkere Dezentralisierung des Energiesystems, das heißt die Verteilung der Erzeugung über eine Vielzahl von kleinen Einspeisern an den Orten des Verbrauchs oder der günstigsten Verfügbarkeit von Energiequellen (zum Beispiel Wind, Biomasse). Das Management eines solchen verteilten Systems mit Erzeugungsanlagen sehr unterschiedlicher Charakteristik und Steuerbarkeit stellt zweifellos eine große künftige Herausforderung dar, die wohl einer noch weiter gehenden Integration und besseren Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien bedarf. Erwartet wird hier eine Entwicklung in Richtung gleichzeitiger Steuerung von Erzeugung und Verbrauch (Demand Management über IKT-Einbindung), stärker dezentraler Monitoring- und Kontrollsysteme mit einer starken Rolle von IKT zur Generierung und Koordination von Information (Künneke 2003) beziehungsweise allgemein einer stärkeren Verlagerung der Intelligenz in das Netzwerk zum Beispiel durch Multi-Agenten-Systeme oder automatisierte Handelsplattformen (Schaeffer/Vaessen 2005), die das Vorhandensein eines zentralen Systemoperators zunehmend überflüssig machen sollte.

Neben diesen Netzwerkmanagementfunktionen spielen Informationstechnologien auch eine grundlegende Rolle bei der stärkeren Einbeziehung von Verbrauchern in das Energiesystem, die eine grundlegende Verschiebung von Akteurkonstellationen zur Folge haben könnte. Die Nutzung von IKT in den Gebäuden der Endnutzer (*smart homes*) in Verbindung mit dezentralen Erzeugungsmöglichkeiten von Strom und Wärme in Haushalten (Mikro-Kraft-Wärme-Kopplung) ermöglichen neue Formen des Nachfragemanagements und machen bisher passive Stromkonsumenten zu aktiven Beteiligten des Energiesystems. Grundsätzlich bedeuten solche Trends des stärkeren wechselseitigen Engagements von Energieversorgern und Energiekunden einen Übergang von einem reinen Versorgungssystem zu einem System mit komplexeren, reziproken Beziehungen von Kunden mit Produktionsinteressen und machen Energieverbraucher vermehrt zu Koproduzenten von Dienstleistungen⁵ (siehe auch Guy/Marvin 1998: 320). Derartige Verschiebungen in den Produzenten-Konsumenten-Beziehungen in Infrastruktursystemen können am treffendsten als *co-provision* bezeichnet werden (Watson 2004a), also als Bereitstellung von infrastrukturbezogenen Dienstleistungen durch eine Reihe neuer intermediärer Akteure und Endnutzer, parallel oder auf verschiedenste Arten verknüpft mit traditionellen zentral organisierten Versorgungsstrukturen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass Informations- und Kommunikationstechnologien in Bezug auf das Management des Energiesystems eine wichtige ermöglichende Rolle spielen. Auch hier kann nicht von einer zwangsläufigen

5 Diese Entwicklung bedeutet jedoch nicht automatisch ein *empowerment* von Endkunden.

Entwicklung gesprochen werden, aber IKT öffnen zumindest einen institutionellen Korridor für eine dezentralere, stärker netzwerkförmige Organisation und Steuerung von Infrastruktursystemen und ihrer Akteure.

In welchem Umfang sich solche Organisationsformen auch tatsächlich durchsetzen, hängt aber nicht zuletzt auch hier von den konkreten Strategien der beteiligten Akteure (inklusive der politischen Ebene), der Stabilität bestehender soziotechnischer Konstellationen und weiteren, oft kontingenten Umständen ab. Denn trotz der Dezentralisierungsmöglichkeiten durch IKT lassen sich auch Interessen und tatsächliche Tendenzen zu einer stärkeren vertikalen Re-Integration des Elektrizitätssystems ausmachen, etwa durch ökonomische Konzentrationsprozesse von Energieunternehmen und den Versuch, zumindest Erzeugung und Vertrieb (und über indirekte Verbindungen auch den Netzbetrieb) aus einer Hand anbieten zu können. Zudem gibt es ja nach wie vor ausreichend Beispiele vertikal organisierter Energieversorgungsmonopole, die ebenso auf eine stärkere IKT-Nutzung setzen. Doch selbst in diesen Fällen ergibt sich ein Potenzial (und vermutlich ein Anreiz) für verteilte Kontroll- und Steuerungsformen, selbst wenn Besitzverhältnisse und Regulierungsrahmenbedingungen diese Dezentralität und Verteiltheit nicht widerspiegeln.

5 Diskussion

Was wir in unseren beiden Fallbeispielen zu neuen technischen Entwicklungen im Elektrizitätssystem finden, sind Technologien, die durchweg eine bevorzugte Kompatibilität mit spezifischen Institutionalisierungsformen aufweisen:

- Gas-Dampf-Kombikraftwerke, die im Gegensatz zu den bisher dominierenden fossilen und nuklearen Kraftwerken keinen vergleichbaren *economies of scale* mehr unterliegen und auch aufgrund des geringeren Investitionskostenanteils wesentlich flexibler und mit kürzeren Zeithorizonten einsetzbar sind, begünstigen grundsätzlich den Markteintritt neuer Akteure und erlauben Regulierungsformen, die kurzfristiger orientiertes kompetitives ökonomisches Agieren ermöglichen. Das Beispiel Großbritannien ist in diesem Zusammenhang obendrein dafür instruktiv, wie bestehende technische Charakteristika des Elektrizitätssystems (hoher Anteil von Kernkraftwerken) die konkrete Ausgestaltung der Marktliberalisierung mitbeeinflussen kann (Aufteilung des Erzeugermarktes auf zwei große Unternehmen und in der Folge Einräumung der Möglichkeit für Regionalversorger, selbst Kapazitäten aufzubauen). Nicht zuletzt wurde dieses ursprüngliche institutionelle Design

durch die Wechselwirkung der GuD-Technologie mit bestimmten Akteurkonstellationen (neu eintretende Erzeuger, RECs) teilweise unterlaufen.

- Informations- und Kommunikationstechnologien, die als generische Technologien hochgradig flexibel anwendbar sind, erlauben – das ist eines ihrer grundlegenden Merkmale – das Management komplexer und verteilter Systeme. Ohne den umfangreichen Einsatz von IKT wäre die Neuorganisation von Infrastruktursystemen im Sinne des *unbundling*, also der Trennung unterschiedlicher Funktionen des Systems und des Zulassens einer großen Zahl gleichberechtigter Akteure zur Herstellung von Wettbewerbsbedingungen, bei gleichzeitigen komplexen Integrationserfordernissen für das effiziente Funktionieren des Gesamtsystems nicht möglich gewesen. Darüber hinaus fördert die Nutzung von IKT neue soziotechnische Konstellationen in der Produzenten-Kunden-Beziehung mit neuen Möglichkeiten verbraucherseitigen Energiemanagements, aber auch einer aktiveren Koproduzentenrolle von Endnutzern.

Während also durchaus von einer Kompatibilität bestimmter Technologien mit bestimmten institutionellen Mustern gesprochen werden kann, verweisen die Fallbeispiele auch deutlich auf die hohe Abhängigkeit der technisch-institutionellen Dynamik von vielen anderen Faktoren. Technisch-institutionelle Kompatibilitäten sind keine hinreichende Erklärung dafür, ob sich eine Technologie durchsetzen kann oder nicht. Ob neue Technologien in ein bestehendes soziotechnisches Regime mit spezifischen dominanten Akteurkonstellationen, Institutionalisierungsformen und technischen Konfigurationen eingegliedert werden, ob sie als nicht erfolgreiche Innovation marginalisiert werden oder ob sie einen Beitrag zur Transformation eines bestehenden Regimes beitragen, hängt von verschiedensten Begleitumständen ab – von breiteren sozioökonomischen Trends, von der Durchsetzungsfähigkeit und den Strategien relevanter Akteurguppen, von konkurrierenden Technologien, vom Zusammenwirken unterschiedlicher technischer Nischen und von weiteren Einflussfaktoren in der Umwelt des soziotechnischen Systems.

Ein wichtiger Punkt ist zweifellos, dass Institutionalisierungsformen und technische Konfigurationen sich zwar wechselseitig beeinflussen und überformen können – das heißt, verschiedene Grade von Kompatibilität oder Inkompatibilität aufweisen können –, aber gleichzeitig auch separate Entwicklungsdynamiken aufweisen. Wie das Beispiel Gasturbinen zeigt, ist deren technische Entwicklung auch stark von anderen Anforderungen, etwa im militärischen Triebwerksbau, geprägt, genauso wie die Entwicklungs- und Verbreitungsdynamik von Informations- und Kommunikationstechnologien sicherlich nicht nur von Einsatzmöglichkeiten und spezifischen Erfordernissen liberalisierter Elektrizitätssysteme

geprägt wird. Genauso gibt es eigene Pfadabhängigkeiten und Entwicklungsdynamiken institutioneller Arrangements, die weit über den Elektrizitätssektor hinausgehen. Hollingsworth (2000) weist auf zwei wichtige Aspekte institutioneller Analyse hin, die auf unsere Beispiele übertragen werden können:

- Wirtschaftssektoren (oder in unserem Beispiel das Elektrizitätssystem) werden nicht nur durch einen einzelnen Typ institutioneller Arrangements koordiniert, sondern durch Konfigurationen institutioneller Arrangements. Auf unser Beispiel übertragen ist Strommarktliberalisierung nur ein Arrangement, das überlagert wird durch andere institutionelle Bedingungen wie Koordinationsformen zwischen wichtigen ökonomischen Akteuren innerhalb dieses Industriesektors und der Politik (zum Beispiel korporatistische Steuerungsformen).
- Institutionelle Sektoren wie etwa das Institutionensystem liberalisierter Elektrizitätsmärkte ändern sich zwar, entwickeln sich aber dennoch im Allgemeinen innerhalb einer bestimmten Logik und eines bestimmten Stils. Denn »institutional sectors are embedded in a culture in which their logics are symbolically grounded, organizationally structured, technically and materially constrained and politically defended« (Hollingsworth 2000: 614). Solche Stile können nationalspezifisch sein oder eine »angelsächsische Regulierungstradition« haben, die sich von einer kontinentaleuropäischen unterscheidet. Neue Regulierungsformen wie Strommarktliberalisierung werden also immer in ein schon bestehendes Institutionensystem mit spezifischen Ausgangsbedingungen und einer eigenen Entwicklungslogik eingebettet.

Eine isolierte Beziehung spezifischer Regulierungsbedingungen mit bestimmten Technologien gibt es daher nicht. Sie ist immer eingebettet in vielfältige und über das soziotechnische System hinausreichende institutionelle Arrangements einerseits und angekoppelt an weitere technische Systeme und Entwicklungslinien andererseits. Dennoch machen die Fallstudien sichtbar, dass sich Institutionen und Technologien – vermittelt über das Handeln von Akteuren, wie in unserer Abbildung am Beginn des Kapitels dargestellt – wechselseitig in ihrer Entwicklung in einem Prozess der Koevolution (Werle 2005; Rip/Kemp 1998) beeinflussen. Ohne die Verfügbarkeit dezentraler Erzeugungstechnologien wie Gasturbinen wäre der Markteintritt unabhängiger Erzeuger mit all seinen Konsequenzen für das institutionelle Gefüge des britischen Elektrizitätssystems kaum möglich gewesen; ebenso wie die aktuelle Organisation des Strommarktes ohne den Zugriff auf enorme Informationsverarbeitungskapazitäten nicht möglich gewesen wäre. Umgekehrt hat aber auch erst der institutionell bedingte *dash for gas* die breite Anwendung und technische Weiterentwicklung der Gasturbinentechnologie für den Grundlastbereich ermöglicht.

In diesem Sinn – und das zeigt auch der Aufsatz von Voß und Bauknecht in diesem Band, in dem technische Charakteristika unterschiedlicher Infrastruktursysteme je spezifischen Governance-Typen gegenübergestellt werden – können wir eine wechselseitige Kompatibilität bestimmter Technologien mit spezifischen Institutionalisierungsmustern feststellen. Kompatibilität meint dabei den Grad der Verträglichkeit beziehungsweise der wechselseitigen Verstärkung und Stabilisierung einer bestimmten Technologie mit einem bestimmten institutionellen Arrangement. Dabei kann es durchaus Kompatibilitäten von Technologien mit unterschiedlichen institutionellen Rahmenbedingungen geben (etwa Gasturbinen in liberalisierten oder aber auch in schnell wachsenden Strommärkten). Auch lassen sich Beispiele für stabile Konfigurationen schlecht verträglicher Passungen von Technologien und Institutionen finden, etwa zentrale kohlegefeuerte Kraftwerke in einem liberalisierten Strommarkt. Nur muss in solchen Fällen Stabilität von außen kommen, etwa durch die gezielte politische Stützung von Kohletechnologien bei gleichzeitiger Schaffung marktliberaler Regulierungsformen.

Kompatibilität von Technik und Institution meint hier aber nicht, dass sich eine sehr spezifische technische nur mit einer ebenso partikulären institutionellen Konfiguration verträgt. Wie es auf technischer Ebene breiten Spielraum für das konkrete Design oder die technische Konfiguration geben kann (im Sinne des *technological style* von Hughes⁶), gibt es auch auf der Ebene von Institutionen und Akteurkonfigurationen im Kontext einer Technologie eine breite Variabilität. Der konkrete institutionelle Stil, wenn man die Analogie zu Hughes aufgreifen will, der sich nationen- oder regionsspezifisch herausbildet, mag sich zwar innerhalb bestimmter institutioneller Muster gleichen, hängt aber in seiner konkreten institutionellen Implementierungsform von den unterschiedlichen institutionellen Traditionen einer Region oder eines Landes, von der spezifischen Akteurdynamik im Zuge der Koevolution von technischer und institutioneller Konfiguration oder auch von geografischen Gegebenheiten ab (zum Beispiel Erdgasverfügbarkeit in England). Bei allen Unterschieden in der konkreten institutionellen Struktur des Elektrizitätssektors in England und Deutschland geht der Einsatz dezentralerer Erzeugungstechnologien und die Nutzung von IKT im Management des Stromnetzes dennoch einher mit einer stärker horizontal

6 In seiner historisch vergleichenden Analyse der Entwicklung der Elektrizitätsnetze in England, Deutschland und den USA (Hughes 1983) stößt Hughes trotz Vorhandenseins eines weitgehend identischen Pools von Technologien auf national und auch regional unterschiedliche technische Netzkonfigurationen und findet die Ursache für den Unterschied dieser »technischen Stile« in unterschiedlichen Regulierungsformen (die wiederum bestimmte politische Werte zum Ausdruck bringen), unterschiedlichen geografischen Gegebenheiten, unterschiedlichen historischen Erfahrungen usw.

ausgerichteten und gleichmäßiger verteilten Organisationsform von Infrastruktursystemen oder der interaktiven Einbeziehung der Infrastrukturnutzer. Dabei handelt es sich um institutionelle Neuerungen, die auf unterschiedliche Arten und abhängig von einer Vielzahl von Faktoren realisiert werden, die aber dennoch nicht beliebig in Bezug auf die zugrunde liegenden Technologien sind.

Die in diesem Aufsatz dargestellten Beispiele belegen nicht nur eine soziale oder institutionelle Konstruktion von Technologien, sondern auch eine Überformung des Institutionensystems durch technische Neuerungen. Bei dieser wechselseitigen Konstituierung von Technik und Institution handelt es sich um einen dynamischen und ergebnisoffenen Prozess, der in seiner Entwicklung jedoch von besonderen Verträglichkeiten bestimmter Technologietypen mit bestimmten institutionellen Mustern geprägt wird.

Literatur

- Bijker, Wiebe E., 1993: Do not Despair: There is Life after Constructivism. In: *Science, Technology, & Human Values* 18, 113–138.
- Diesendorf, Mark, 1996: How Can a »Competitive« Market for Electricity be Made Compatible with the Reduction of Greenhouse Gas Emissions? In: *Ecological Economics* 17, 33–48.
- Freeman, Chris/Carlota Perez, 1988: Structural Crises of Adjustment, Business Cycles and Investment Behaviour. In: Giovanni Dosi et al. (Hrsg.), *Technical Change and Economic Theory*. London: Pinter Press, 38–66.
- Graham, Stephen/Simon Marvin, 2001: *Splintering Urbanism: Networked Infrastructures, Technological Mobilities and the Urban Condition*. London: Routledge.
- Guy, Simon/Simon Marvin, 1998: Electricity in the Marketplace: Reconfiguring the Consumption of Essential Resources. In: *Local Environment* 3, 313–331.
- Hollingsworth, J. Rogers, 2000: Doing Institutional Analysis: Implications for the Study of Innovations. In: *Review of International Political Economy* 7, 595–644.
- Hughes, Thomas P., 1983: *Networks of Power: Electrification in Western Societies 1880–1930*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- , 1987: The Evolution of Large Technological Systems. In: Wiebe E. Bijker/Thomas P. Hughes/Trevor Pinch (Hrsg.), *The Social Construction of Technological Systems*. Cambridge, MA: The MIT Press, 51–82.
- Islas, Jorge, 1997: Getting Round the Lock-in in Electricity Generating Systems: The Example of the Gas Turbine. In: *Research Policy* 26, 49–66.
- , 2002: Understanding the Technological Change in the Electrical Sector: Lessons from the Development and the Diffusion of the Gas Turbine Technology. In: *Proceedings of the Workshop »Transitions to Sustainability through Systems Innovations«*. Enschede: University of Twente.
- Joskow, Paul L., 1996: Introducing Competition into Regulated Network Industries: From Hierarchies to Markets in Electricity. In: *Industrial and Corporate Change* 5, 341–382.

- Künneke, Rolf W., 2003: Innovations in Electricity Networks. In: *Proceedings of the Research Symposium European Electricity Markets*. The Hague, 1–12.
- Latour, Bruno, 1992: Where are the Missing Masses? The Sociology of a Few Mundane Artifacts. In: Wiebe E. Bijker/John Law (Hrsg.), *Shaping Technology/Building Society: Studies in Sociotechnical Change*. Cambridge, MA: The MIT Press, 225–258.
- Markard, Jochen/Bernhard Truffer, 2006: Innovation Processes in Large Technical Systems: Market Liberalization as a Driver for Radical Change? In: *Energy Policy* 35, 609–625.
- Mayntz, Renate, 1993: Große technische Systeme und ihre gesellschaftstheoretische Bedeutung. In: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 45, 97–108.
- Molina, Alfonso H., 1999: Understanding the Role of the Technical in the Build-up of Socio-technical Constituencies. In: *Technovation* 19, 1–29.
- Pavitt, Keith, 1984: Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory. In: *Research Policy* 13, 343–373.
- Rip, Arie/René Kemp, 1998: Technological Change. In: Steve Rayner/Elizabeth L. Malone (Hrsg.), *Human Choice and Climate Change: Resources and Technology*, Bd. 2. Columbus, OH: Batelle Press, 327–399.
- Sartorius, Christian, 2005: Combined-Cycle Gas Turbines: Between Climate Protection and other Policy Objectives. In: Christian Sartorius/Stefan Zundel (Hrsg.), *Time Strategies, Innovation and Environmental Policy*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Schaeffer, Gerrit J./Peter Vaessen, 2005: Future Power System Transition: Step into the Light. In: *Proceedings of the International Conference on Future Power Systems*. Amsterdam.
- Thomas, Steve, 2006: The Grin of the Cheshire Cat. In: *Energy Policy* 34, 1974–1983.
- Watson, Jim, 2004a: Co-Provision in Sustainable Energy Systems: The Case of Micro-Generation. In: *Energy Policy* 32, 1981–1990.
- , 2004b: Selection Environments, Flexibility and the Success of the Gas Turbine. In: *Research Policy* 33, 1065–1080.
- Werle, Raymund, 2005: Institutionelle Analyse technischer Innovation. In: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 57, 308–332.
- Winkel, Mark, 2002: When Systems Are Overthrown: The Dash for Gas in the British Electricity Supply Industry. In: *Social Studies of Science* 32, 563–598.

In festen Bahnen: Technologie und Eisenbahnregulierung in Großbritannien und Deutschland

*Martin Lodge*¹

1 Einleitung

Dieses Kapitel befasst sich mit dem Einfluss von Technologie auf die Regulierung der Eisenbahn als einer »alten Technologie«. Im 19. Jahrhundert hatten wachsende Eisenbahnnetze nicht nur enormen Einfluss auf das ökonomische und soziale Leben (sowie auf das Stadtbild), sondern auch auf die Entwicklung der Regulierung. Ein frühes Beispiel bietet der britische Railway Act von 1841, nach dessen Muster 1886 auch der amerikanische Interstate Commerce Act entstand (McLean/Foster 1992; McLean 2004). Zwar war die Entwicklung und Verbreitung der Eisenbahn, zuerst in der Form des vom Pferd gezogenen Wagens auf Schienen, später dann mit Dampflokomotive, nicht mit einer sofortigen Revolution in der Regulierung verbunden. Stattdessen wurden die ersten Ansätze in den dreißiger Jahren des 19. Jahrhunderts von der Regulierung für Kanäle und Chausseen übernommen. Im Laufe des 19. Jahrhunderts veranlasste die Ausbreitung der Eisenbahn allerdings national unterschiedliche und zum Teil weitreichende Staatsinterventionen, zum Beispiel in Gestalt unterschiedlicher Formen von Staatseigentum und anderen Governance-Formen. Die Eisenbahn ist daher für britische Verwaltungshistoriker des 19. Jahrhunderts ein entscheidender Grund für *growth in government* durch Regulierung, insbesondere im Bereich der Sicherheit.

Aus der Perspektive des späten 20. und frühen 21. Jahrhunderts erscheint die Eisenbahn demgegenüber in mehrfacher Hinsicht als eine alte Technologie. Im Vergleich zu anderen *large technical systems* wie der Telekommunikation hat die Eisenbahn keinen einschneidenden technologischen Wandel erfahren, der zu einer Veränderung der Verwertungsbedingungen oder der Transaktionskosten innerhalb der Eisenbahnindustrie geführt hätte. Dies galt aber auch für die verbundenen oder konkurrierenden Industrien im Umfeld des Eisenbahnsystems.²

1 Ich danke Martina Hertel und Kai Wegrich für ausgezeichnete Kommentare und Übersetzungshilfe.

2 Ein solcher »Schneeball-Effekt« wurde für die Deregulierung der US-Finanzindustrie konstatiert (Hammond/Knott 1988).

Die Eisenbahnen erscheinen alt und auf einem scheinbar steten Abstieg. Sie werden schon seit Langem von anderen Transportmodi be- und verdrängt und sind speziell vom Straßengüterverker (Lastwagen) bereits in den sechziger Jahren überholt worden. Dieser kontinuierliche Abstieg wurde durch den Niedergang der Schwerindustrien gefördert, die traditionell die Eisenbahn als zentrales Transportmittel intensiv genutzt haben.

Auch hinsichtlich ihres Fahrtweges sind die Eisenbahnen alt. Sie sind eine (im Wortsinn) pfadabhängige Industrie *par excellence*.³ Die Rad-Schiene-Technologie ist seit dem 19. Jahrhundert etabliert, und Entscheidungen über Spurweite, Ladebreite⁴, Achsladegewicht, Signalsysteme und sogar Fahrtrichtungsseite haben erhebliche *sunk costs* geschaffen. Solche Unterschiede innerhalb und auch zwischen nationalen Systemen prägten schon im 19. Jahrhundert die Diskussionen, die deutliche Parallelen zu den Diskussionen um »Interoperationalität« in den High-Tech-Industrien des 20. Jahrhunderts aufweisen (Salsbury 1988; Heinze/Kill 1988). Ein besonderer Aspekt bei den Eisenbahnen besteht darin, dass Interoperationalität auch unter militärischen und sicherheitspolitischen Aspekten diskutiert wurde (Stichwort: Erleichterung beziehungsweise Erschwerung von Invasionen). Derartige Überlegungen spielten traditionell vor allem im deutschen und kontinentaleuropäischen, nicht aber im britischen System eine bedeutende Rolle.⁵

Es ist daher nicht überraschend, dass die Eisenbahn bis in das späte 20. Jahrhundert eine nationale Angelegenheit blieb, in der die nationale Industrie, der nationale Betreiber und das nationale Verkehrsministerium (sowie im deutschen Fall auch das Forschungsministerium) die zentralen Akteure waren. Im europäischen Bereich lag die Standardsetzung für den grenzüberschreitenden Verkehr durch den internationalen Verband nationaler Eisenbahnverwaltungen UIC (Union Internationale des Chemins de fer) letztlich ebenfalls in den Händen der nationalen Akteure.

Natürlich ist die Eisenbahn nicht völlig von technologischem Wandel abgekoppelt geblieben. Insbesondere mit Blick auf den Einsatz moderner Informa-

3 Die Perzeption der ausgereizten Möglichkeiten der traditionellen Eisenbahntechnologie ermutigte das Suchen nach alternativen spurgebundenen Transportmitteln, wie zum Beispiel die magnetische Schwebebahn (Büllingen 1997).

4 Es existieren vier Systeme im westlichen Europa. Die internationale Spurenhöhe (Höhe und Breite) entstand in der Konvention von Bern im Jahre 1914 (Gabarit passe-partout international). Spätere Entwicklungen wurden durch den internationalen Eisenbahnverband (UIC) organisiert. Das Thema wurde in den Neunzigern »wiederbelebt« (siehe unten); wichtige Gründe dafür waren das Wachstum an Containerfracht und das Bestreben (besonders im Alpenraum), den Straßengüterverkehr zu reduzieren.

5 Sicherheitspolitische Überlegungen kennzeichneten allerdings die britische Kolonialpolitik in Indien.

tionstechnologien gab es beachtliche Veränderungen (siehe unten). Gleichwohl dominiert das Bild einer statischen Industrie im permanenten Niedergang ohne substanziellen Wandel in ihren *standard operating procedures*. Akzeptiert man dieses Bild, dann erscheint allerdings das Ausmaß regulativen Wandels im britischen und deutschen System als paradox und erklärungsbedürftig: Hier haben zwei Dinosaurier einen erheblichen Wandel in ihrem Regulierungssystem erfahren. Im britischen Fall führte dies zu einer Reorganisation des Sektors, der heute stärker fragmentiert ist als alle anderen seit den achtziger Jahren privatisierten Netzindustrien. Im deutschen Fall erforderte die Eisenbahnreform sogar eine Änderung des Grundgesetzes.

Sind die Eisenbahnen deswegen ein eindeutiger Fall für das Argument, dass Technologie und technologischer Wandel nicht entscheidend für den Wandel von Organisations- und Regulierungsmustern sind? Oder bietet die Eisenbahn ein differenzierteres *Hard-Case*-Szenario? Unter Verweis auf die Relevanz der Technologie wird zum Beispiel regelmäßig die britische Eisenbahnprivatisierung der Neunziger kritisiert. Das zentrale Argument in diesem Zusammenhang ist, dass die Hyperfragmentierung der Industrie gegen die inhärenten technologischen Synergieeffekte der Industrie verstoße und somit zu einem Kollaps des Systems führen müsse.

Um der Frage nach dem Einfluss von Technologie auf den Regulierungswandel nachzugehen, befasst sich dieser Aufsatz mit den britischen und deutschen Regulierungsreformen in den neunziger Jahren und am Beginn des 21. Jahrhunderts sowie, allerdings weniger detailliert, mit Entwicklungen auf der EU-Ebene im gleichen Zeitraum. Es wird gefragt, ob und wie Technologie einen bedeutenden Einfluss auf die Regulierungsreformen hatte, insbesondere im Licht von drei Interpretationen des *Technology-matters*-Arguments: Technologie als Gelegenheitsstruktur, Technologie als Repräsentation und Technologie als Idee oder Leitbild, das Diskussionen (oder Diskurse) der Regulierung färbt. Dementsprechend stehen drei Fragen im Mittelpunkt der folgenden Ausführungen:

1. Hat technologischer Wandel die Gelegenheitsstruktur für Regulierung verändert? Diese Fragestellung kann auf drei Arten interpretiert werden. Die erste ist die »klassische« Frage, ob materieller technologischer Wandel in der Industrie die etablierten *standard operating procedures* oder sogar die Märkte und damit auch die Grundlagen und Möglichkeiten der Regulierung verändert. Dieses Argument wird regelmäßig im Bereich der Telekommunikation bemüht. Ein verwandtes zweites Argument betont den technologischen Wandel in der Umwelt der regulierten Industrie, der als Ursache für Veränderungen in der ökonomischen Rentabilität des Sektors gesehen wird. Eine

dritte Interpretation der Fragestellung schließlich lenkt den Blick auf den Einfluss von Technologien *der* Regulierung. Neben »neuen« Regulierungs-ideen hinsichtlich der Kontrolle natürlicher Monopole (*contestable markets*) und dem Lernen von anderen regulierten Industrien können Technologien der Regulierung auch materieller Art sein. Ein Beispiel ist die Informationstechnologie, die neue Formen der Informationsgewinnung und Verhaltensänderung erlaubt und damit potenzielle Auswirkungen auf die Organisation in der regulierten Industrie hat (sowohl im sektoralen wie auch im betriebswirtschaftlichen Sinn).

2. Welchen Einfluss hat die interessenpolitische Repräsentation der Eisenbahntechnologie? Technologie entwickelt sich nicht in einem Vakuum, sondern ist ein Produkt der Beziehungen zwischen Staat, Betreiber, Industrie und anderen Akteuren (etwa aus dem Bereich der Forschung und Entwicklung). Das heißt: Politische Prozesse und auch territoriale Verteilungskämpfe prägen technologische Entwicklungen; dabei werden spezifische Technologien durch Akteure, die damit eigene Interessen verbinden, repräsentiert. Mit der Technologie verbinden sich also jeweils konkrete Interessen der mit ihr verbundenen Organisationen.
3. Welchen Einfluss haben unterschiedliche Leitbilder? Wie die Literatur zur Rolle von Ideen und Leitbildern in der Technikentwicklung argumentiert, sind mit jeder Technologie bestimmte Interpretationen über ihre »richtige Rolle« im weiteren Kontext der Wirtschaft und der Gesellschaft verbunden. Unterschiedliche Interpretationen oder Leitbilder werden daher einen Einfluss auf den Erfolg oder Misserfolg bestimmter Reformargumente haben (vgl. hierzu auch Grunwald in diesem Band).

2 Regulierungswandel in den britischen und deutschen Eisenbahnsystemen am Ende des 20. Jahrhunderts

Akzeptiert man das eingangs skizzierte Bild der alten Technologie Eisenbahn, dann erscheinen die Regulierungsreformen, besonders ihre erhebliche Reichweite im Vereinigten Königreich und Deutschland, zumindest als eine Irritation, wenn nicht sogar als eine Falsifikation der Ansätze, die technologischen Wandel in das Zentrum ihrer Erklärungen für den Wandel von Regulierungsregimen stellen.

Bis in die späten achtziger Jahre war technologischer Wandel eine rein nationale Angelegenheit. Versuche, die Grenzen der Rad-Schiene-Technologie durch

andere Formen des Schienentransportes zu überwinden, zum Beispiel durch die Technologie der magnetischen Schwebebahn, waren national organisiert.⁶ Technologische Innovationen innerhalb des Rahmens der traditionellen Technologie, wie zum Beispiel die Entwicklung des Neigezuges, wurden ebenfalls vorwiegend im nationalen Rahmen vorangetrieben. Sowohl im britischen wie auch im deutschen System wurden Neigezüge in den neunziger Jahren als eine attraktive Option gesehen, Durchschnittsgeschwindigkeiten zu erhöhen, ohne dabei jedoch in neue Infrastrukturen investieren zu müssen.⁷ Hochgeschwindigkeitszüge wie der TGV in Frankreich, der ICE in Deutschland oder der IC225 in Großbritannien waren nationale Prestigeprojekte.⁸ Erst spätere Generationen von TGV und ICE wurden mit Blick auf internationale Märkte oder für grenzüberschreitenden Verkehr entwickelt. Beispiele sind Eurostar und Thalys. Die Hochgeschwindigkeitszüge wurden in den achtziger Jahren eingeführt, als man gerade damit begonnen hatte, über Regulierungsreformen nachzudenken.

Dennoch ist der Gedanke der Hochgeschwindigkeit in beiden Ländern keine neue Idee, die durch neue Technologien ermöglicht wurde. Im Gegenteil: Die Idee eines Hochgeschwindigkeitsnetzes zwischen den Ballungszentren (Backbone) bei gleichzeitiger Ausdünnung des übrigen Streckennetzes ist mindestens seit den Zwischenkriegsjahren ein immer wiederkehrendes Thema in der deutschen Eisenbahnpolitik. Auch im Vereinigten Königreich führte man entsprechende Diskussionen spätestens seit Ende der fünfziger Jahre. Diese Pläne wurden im Kontext des Bedeutungsrückgangs der Eisenbahn entwickelt. Sie gingen mit der Schließung eines großen Teils des Schienennetzes einher. Im britischen Fall beinhaltete dies die Schließung eines Drittels des bestehenden Netzes in der sogenannten »Beeching Axe« im Jahre 1963.⁹ In einer erneuten

6 Magnetische Schwebebahnen wurden in Deutschland bis in das 21. Jahrhundert hinein diskutiert, das britische Projekt dagegen wurde in den frühen siebziger Jahren gestoppt.

7 In Deutschland wurden Neigezüge teilweise und zumindest zeitweilig wieder aus dem Verkehr gezogen.

8 Der britische Neigezug Advanced Passenger Train (APT) hatte eine traumatische Geburtsstunde und wurde frühzeitig durch den parallel entwickelten, technologisch konservativeren IC225 ersetzt (Powell 1995).

9 Richard Beeching war Vorsitzender von British Rail zwischen 1961 und 1965. Das Schließungsprogramm entwickelte sich im Zusammenhang mit technologischem Wandel. British Rail versuchte sich in den fünfziger Jahren durch ein ambitioniertes Modernisierungsprogramm von einem Dampf- zu einem Diesel- und Elektrolokbetreiber zu entwickeln. Probleme überhöhter Ausgaben und überhasteter Einführung der neuen Lokomotiven sind bezeichnend auch für spätere Versuche, neue Technologien in die britische Eisenbahn einzuführen. Ironischerweise waren die Einführungsprobleme hauptsächlich auf das politische Verlangen zurückzuführen, durch schnelle Großaufträge Arbeitsmarktprobleme zu lösen. Während das Streckenschließungsprogramm weitgehend durchgesetzt wurde, hat die damalige konservative Regierung die späteren Versuche, ein reines Intercity-Netz zu etablieren, abgelehnt.

Untersuchung des britischen Netzes im Jahre 1964 wurde die Konzentration von Eisenbahnoperationen auf ein Intercity-Netz vorgeschlagen, das nur noch ungefähr 40 Prozent der damals bestehenden Infrastruktur umfasst hätte.

Ist dies nun ein Fall, in dem technologische Faktoren für die nationalen Regulierungsreformen keine Rolle gespielt haben? Offenbar nur zum Teil. Denn besonders im britischen Fall galt die Reform in der Regulierung einem »sterbenden Dinosaurier«. Im Unterschied zur britischen Privatisierung anderer Netzindustrien wurden hier Profitabilität, technologischer Wandel und Innovation nicht mehr für möglich gehalten. Es waren also das zumindest teilweise in der Technologie selbst begründete Fehlen technologischen Wandels und damit verbunden die abnehmende politische Bedeutung der Eisenbahn, die Initiativen für einen umfassenden Regulierungswandel förderten. Darüber hinaus ist die Geschichte der nationalen Regulierungsreformen zugleich auch eine Geschichte des Wandels der Technologie der Regulierung (insbesondere im britischen Fall) sowie der institutionellen Repräsentation der Technologie der Eisenbahn.

Im Folgenden werden zunächst die beiden nationalen Reformen analysiert, um anschließend die drei eingangs skizzierten Ansätze zur Rolle von Technologie für die Regulierung zu diskutieren.

2.1 Nationale Regulierungsreformen in den neunziger Jahren¹⁰

Das politische Interesse an einer Privatisierung des *britischen* Eisenbahnsystems entwickelte sich erst, nachdem John Major 1991 zum Premierminister gewählt worden war. Seine Amtsvorgängerin Margaret Thatcher hatte eine Privatisierung der Eisenbahn zwar befürwortet, allerdings wegen befürchteter Streiks anfängliche Überlegungen nicht weiterverfolgt (siehe Lodge 2002a).

Im Zuge des wachsenden politischen Interesses an der Privatisierung wurden unterschiedliche Vorschläge vorgelegt:

- British Rail schlug eine Privatisierung der Bahn als ein integriertes Unternehmen vor, obwohl Teile von British Rail eine Privatisierung auf der Basis von Geschäftsbereichen befürworteten – eine Strategie, die intern bereits seit den späten achtziger Jahren verfolgt wurde (siehe Gourvish 1990).
- Das Department of Transport war für eine Privatisierung von vertikal integrierten, kommerziell potenziell erfolgreichen Geschäftsbereichen wie dem überregionalen Passagierverkehr (»sektorale Ausgliederung«).
- Das Finanzministerium (Treasury) dagegen befürwortete eine vertikale Trennung von Infrastruktur und Verkehrsbetrieb sowie eine weitreichende

¹⁰ Für eine ausführliche Analyse siehe Lodge (2002a).

Fragmentierung der Eisenbahn in Passagier-, Frachgut- und Instandhaltungsdienste. Diese Position entwickelte sich vor dem Hintergrund der früheren Erfahrungen mit der Privatisierung und Regulierung von Netzindustrien.¹¹ Dies gilt besonders für die Diagnose, dass strukturelle Maßnahmen der Einführung von Wettbewerb Versuchen überlegen seien, marktähnliche Regulierungsmechanismen zu praktizieren. Überdies spielte die Einschätzung, dass bei früheren Privatisierungen »zu billig« verkauft worden sei, eine wichtige Rolle.

Obwohl vor der Unterhauswahl 1992 einige Entscheidungen getroffen wurden, die mehr oder weniger in die Richtung des Finanzministeriums gingen, etablierte sich das neue Regulierungsregime in detaillierter Form erst nach dem Wahlerfolg der »Tories«. Trotz einiger Argumente für vertikal integrierte regionale Monopole¹² setzte sich am Ende die Sicht des Finanzministeriums durch.

Der Railway Act von 1993 signalisierte, allerdings auf sehr vorsichtige Weise, die Trennung von Infrastruktur und Verkehrsbetrieb zunächst noch unter dem Dach von British Rail. Ein Franchisingssystem sollte für das Angebot von nicht profitablen Strecken eingerichtet werden, während ein ökonomischer Regulierer für die Kontrolle der Infrastruktur zuständig sein sollte. Die Infrastruktur, »Rail-track«, sollte erst nach der letzten Runde des Franchising privatisiert werden. Politische Überlegungen und das bürokratische Interesse, die Privatisierung so schnell wie möglich, das heißt vor der nächsten Unterhauswahl, die spätestens 1997 durchgeführt werden musste, zu verankern, brachten diesen Plan durcheinander. Railtrack wurde privatisiert, bevor die Franchises vergeben wurden. Statt freien Zugang zum Netz zu ermöglichen, kam es nun zu einer Blockierung des Wettbewerbs, um die staatliche Unterstützung für die Franchises zu reduzieren. So wurden die Frachtaktivitäten nicht an verschiedene, sondern an einen einzigen Bieter veräußert. Der Verkauf des Wagenparks und der Lokomotiven an drei Firmen in Form eines Management-Buy-out wurde wegen des zu niedrigen Preises kritisiert. Die Kompetenzen des Regulierers konkurrierten mit denen des Franchising Directors, da letzterer nachträglich aus dem Einflussbereich des Regulierers ausgegliedert worden war. Der Franchising Director wurde daher als ein Agent der Regierung angesehen und nicht als Vorsteher einer unabhängigen Behörde mit der Aufgabe, die Franchises erst zu verkaufen und dann deren Leistungen zu kontrollieren. Das Überlappen der Kompetenzen zwischen Regulierer und Franchising Director führte zu ständigen Konflikten.

11 Vor der Eisenbahnreform waren in Großbritannien die Telekommunikation, Gas, Elektrizität und Wasser privatisiert worden.

12 Die Befürworter dieser Lösung beriefen sich vor allem auf die Struktur der zwanziger Jahre mit vier regionalen Metropolen.

Der Eisenbahnsektor wurde durchgehend fragmentiert, nicht nur bezüglich des Kerngeschäfts und seiner Regulierung, sondern auch in den Nebenbereichen wie Reparatur und Instandhaltung.

Obwohl die *deutschen* Reformen zur gleichen Zeit und vor dem Hintergrund derselben EU-Richtlinie (91/440) zustande kamen, erfolgte die Privatisierung der (zunächst West-)Deutschen Bundesbahn auf andere Art und Weise und auf Grundlage anderer Prioritäten. Ursprünglich drängte die Bundesbahn selbst auf Reformen. Sie forderte einen Schuldenerlass sowie eine Divisionalisierung nach Geschäftsbereichen. Die damalige Opposition von SPD und Grünen wie auch die verschiedenen Wirtschaftsverbände machten ähnliche Vorschläge. Im Januar 1989 setzte die damalige Regierung eine Regierungskommission ein, die Vorschläge zur Stärkung der Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit der Bundesbahn entwickeln und zugleich Wege aufzeigen sollte, den Bundeshaushalt von dem Finanzrisiko der Bundesbahn zu entlasten. Die deutsche Einheit im Jahre 1990 verstärkte die Suche nach Reformoptionen, da nun auch die Vereinigung von Bundesbahn und Reichsbahn auf der Agenda stand und sich daher die potenziellen finanziellen Belastungen für den Bundeshaushalt erhöhten. Die Regierungskommission arbeitete ohne vorherige Festlegungen und war sich anfangs auch uneinig über eventuelle Reformmaßnahmen. In ihrem Schlussbericht von 1991 schlug sie eine vertikale Trennung der Eisenbahn unter dem temporären Dach einer Holding vor. Diese Struktur ähnelte den ursprünglichen Ideen des britischen Railway Act von 1993. Die Kommission schlug außerdem eine Regionalisierung des regionalen und lokalen Verkehrs und damit eine Kompetenzverlagerung auf die Länder vor. Die Idee einer sektoralen ökonomischen Regulierung, wie sie später bei der Telekommunikation zum Tragen kommen sollte, wurde nicht aufgenommen. Stattdessen sollte das Bundeskartellamt eine *Ex-post*-Kontrolle der Eisenbahn durchführen. Eine Aufsichtsbehörde, das Eisenbahn-Bundesamt, sollte sich hauptsächlich mit Fragen der Sicherheit und der Technik (wie Zulassungen) beschäftigen.

Die Bundesregierung akzeptierte diese Vorschläge, insbesondere den Vorschlag, die Deutsche Bahn als Aktiengesellschaft zu organisieren. Da dieser Wechsel im Unternehmensstatus eine Grundgesetzänderung erforderte, wurden Modifikationen an den ursprünglichen Vorschlägen vorgenommen, um die notwendigen Zweidrittelmehrheiten im Bundestag und im Bundesrat zu erreichen.

Der neue Artikel 87 des Grundgesetzes sah vor, dass der Bund die Verantwortung für die Infrastruktur behielt. Die Eisenbahnverwaltung blieb ebenfalls Angelegenheit des Bundes. Allerdings wurde sie auf die Verantwortlichkeit für die Rechtmäßigkeit des Betriebes reduziert. Andere Bestimmungen wurden verwässert. Statt einen Zeitpunkt für die Freisetzung der unterschiedlichen Geschäftsbereiche (Netz, Personenverkehr, Regionalpersonenverkehr, Fracht und

Tabelle 1 Übersicht der Regulierungsregime der Eisenbahn in Großbritannien und Deutschland nach den Reformen der neunziger Jahre

	Großbritannien	Deutschland
Organisationsstruktur	Fragmentierung der Industrie, vertikale Separierung und Privatisierung des Netzes, Franchising von regionalen Passagierdiensten, selbstständige Rollgutanbieter	Holding Company mit interner Separation von Geschäftsbereichen
Regulierungskompetenz	Ökonomische Regulierung im Office of the Rail Regulator, Technik und Sicherheit mit Railway Inspectorate in der Health and Safety Executive, Aufsicht über Franchising mit Franchising Director	Technische Kontrollen durch Eisenbahn-Bundesamt, Wettbewerbskontrolle durch Bundeskartellamt
Organisation des öffentlichen Beförderungsdienstes	Franchising von Passagierdiensten	Regionalisierung (auf Länderebene) und Franchising von Passagierdiensten

Bahnhöfe) aus dem Dach der Holding Deutsche Bahn festzusetzen, wurden diese Pläne in eine unbestimmte Zukunft verschoben. Es wurde zudem im Grundgesetz festgelegt, dass der Bund mehrheitlicher Eigentümer der Infrastruktur sein müsse. Privatisierung der Bahn bedeutete zunächst (und bis zum Zeitpunkt des Verfassens dieses Manuskriptes im Winter 2006) also nur die Veränderung des Rechtsstatus, nicht aber einen Verkauf von Aktien oder einen Transfer von Eigentum auf andere Art. Lediglich einige regionale und überregionale Strecken wurden durch private Anbieter wie Connex bedient, das auch im britischen Markt agierte.

Tabelle 1 fasst die wesentlichen Unterschiede der beiden Regulierungsregime zusammen, die infolge dieser Reformen entstanden sind. Vor diesem Hintergrund soll in den folgenden Abschnitten die zentrale *Does-Technology-matter*-Frage diskutiert werden.

2.2 Technologie als Gelegenheitsstruktur für Regulierungswandel

Wie schon erwähnt ist es keinesfalls überraschend, dass technischer Wandel keine bedeutende Rolle als Auslöser für Regulierungswandel in den beiden Fällen spielt. Es gab keine signifikanten Technologieschübe, weder in der Eisenbahntechnologie selbst noch in benachbarten Industrien. Im britischen Fall war das explizite Interesse des Treasury an einer Privatisierung gerade durch die Diagnose des ausbleibenden technologischen Wandels geprägt. Da die Eisenbahnen als

ein Dinosaurier ohne Zukunft gesehen wurden, sollte das jährliche Risiko der Budgetverhandlungen durch Privatisierung beendet werden. Darüber hinaus wurden Regulierungsanreize geschaffen, die bestehende Leistungen schützen sollten. So wollte man auch politischen Schaden abwenden, der durch Proteste über Streckenschließungen entstanden wäre. Anreize für Verkehrssteigerungen wurden hingegen nicht gesetzt.¹³ Auch die Tatsache, dass Hochgeschwindigkeitszüge wie der ICE pünktlich zu den Reformdiskussionen betriebsbereit wurden, hatte kaum Einfluss auf die Diskussionen, auch wenn insbesondere die Deutsche Bahn immer wieder mit Versprechungen von Hochgeschwindigkeitsstrecken und neuen Bahnhöfen Werbung in eigener Sache betrieb.

Ein komplexeres Bild entsteht allerdings, wenn man sich der Diskussion über den Einfluss der Technologie der Regulierung zuwendet (Black 2005; Lodge 2005; Black/Lodge 2005). Der deutsche Fall scheint hierfür zunächst weniger interessant zu sein, denn es gab dort keine Verbindungen zu den parallel geführten Diskussionen in der Telekommunikation. Zudem wurden die von der Expertenkommission diskutierten Erfahrungen anderer Länder – in erster Linie diejenigen Schwedens und Japans – mit der Bahnreform als nicht auf Deutschland übertragbar angesehen. So entstand ein stark sektorbezogenes Regulierungsregime, in dem zum Beispiel das Eisenbahn-Bundesamt keinerlei ökonomische Regulierungsfunktionen ausübte, sondern auf technische Überwachungsaufgaben reduziert war.

Im britischen Fall hingegen kann man von der Einführung neuer Technologien der Regulierung in den Eisenbahnbereich sprechen. Die britische Eisenbahnprivatisierung kann sogar als Höhepunkt der Privatisierungen und Regulierungsreformen in den Netzindustrien des Landes in den achtziger Jahren gesehen werden. Dabei stellte die Eisenbahn aus der Sicht der Reformen eine besonders harte Nuss dar, litt sie doch an einer grundlegenden und selbst erzeugten Finanzmisere. Vor diesem Hintergrund kam es zu einem Transfer und einer Kombination unterschiedlicher Regulierungstechnologien aus verschiedenen Kontexten. Von den vorangegangenen Privatisierungen in den anderen Sektoren wurde sowohl die Struktur des ökonomischen Regulierers wie auch die Ansicht übernommen, dass strukturelle Lösungen *vor* der Privatisierung der Regulierung solchen *nach* der Privatisierung (als Monopol) vorzuziehen seien, um Effizienzsteigerungen zu erzielen. Aus der Frequenzvergabe in der Radiokommunikation wurde die Idee des Franchising übernommen. Das Aufsplitten der Eisenbahninfrastruktur wurde ebenfalls erwogen – mit Referenz zu dem

13 Ironischerweise erwachte der Dinosaurier zu einem erneuten Leben und ein Wachstum des Passagieraufkommens führte zu Engpässen im Netz. Zusätzliche öffentliche Gelder für die Eisenbahn standen jedoch in Großbritannien überhaupt nicht zur Diskussion.

britischen Wasserregulierungsregime mit seinem *Yardstick-Competition-Ansatz*.¹⁴ Diese Erwägung wurde allerdings aufgrund von Sicherheits- wie auch potenziellen Transaktionskostengründen nicht weiter verfolgt.

Im Fall der britischen Eisenbahn kamen also verschiedene neue Technologien der Regulierung zur Anwendung, die in anderen Kontexten in den achtziger Jahren entdeckt und angewandt worden waren. Entwicklungen in der materiellen Technologie förderten diese Regulierungskonzepte. So konnte man insbesondere mit Hilfe von Laserinstrumenten die tatsächliche Abnutzung des Netzes durch individuelle Züge messen und somit kalkulierbar machen. Außerdem erlaubten Entwicklungen in der Informationstechnologie eine differenzierte Kontrolle von erbrachten Leistungen in verschiedensten bahnbezogenen Dienstleistungsbereichen (wie zum Beispiel die Trennung von Infrastruktur und Service).

Wenn man die Entwicklung des britischen Regulierungssystems in den frühen neunziger Jahren als ein Ergebnis beziehungsweise als eine Adaptation von andernorts bereits erprobten neuen Technologien der Regulierung interpretieren kann, ist es dann auch möglich, den Kollaps des neuen Regulierungssystems zu Beginn des 21. Jahrhunderts als eine Art Aufstand der materiellen Technologie gegen »unpassende« Technologien der Regulierung zu betrachten? Vor allem wird immer wieder behauptet, dass die vertikale Trennung nicht mit den inhärenten Synergieeffekten zwischen Rad und Schiene kompatibel ist (Lodge 2002b). Die Schwierigkeit, Verantwortung für Verspätungen und daraus resultierende Kompensationszahlungen zwischen den unterschiedlichen Parteien (Unternehmen) zu verteilen, war eines der vordringlichsten Managementprobleme innerhalb der Eisenbahnbranche. Der Kontext, in dem Railtrack von der Labour-Regierung im Herbst 2001 in den Bankrott getrieben wurde, ist ebenfalls als Inkompatibilität zwischen den materiellen Gegebenheiten und der Technologie der Regulierung interpretiert worden. Der Bankrott Railtracks war allerdings die Folge einer Reihe von Unfällen, vor allem eines Unfalls nach einem Gleisbruch bei Hatfield im Oktober 2000, der vier Todesopfer forderte. Danach explodierten die Instandhaltungskosten und zwischenzeitlich kam der Eisenbahnverkehr wegen Inspektionen und Reparaturen fast zum Stillstand.

Allerdings waren, so die hier vertretene These, die Gründe für diesen Zusammenbruch nicht in erster Linie im fehlenden Zusammenspiel zwischen materieller Technologie und Technologien der Regulierung zu suchen. Eine wichtige Rolle spielte auch die Überfragmentierung zwischen Railtrack und den Instandhaltungsunternehmen sowie die Inkompetenz des Railtrack-Managements, mit

14 Das Problem der Informationsasymmetrie wird bei diesem Ansatz durch den Vergleich mit anderen Anbietern, in diesem Fall mit regionalen Monopolen, teilweise gelöst.

den Problemen eines wachsenden Passagier- und Verkehrsaufkommens umzugehen. Hinzu kamen widersprüchliche Politikpräferenzen. In erster Linie kollidierte das Interesse, Monopole hart zu regulieren, mit der Bereitschaft, Monopole zu dulden, um private Investitionen in die Infrastruktur anzulocken. Mit anderen Worten: Es war nicht allein die Inkompatibilität zwischen materieller Technologie und Technologien der Regulierung, sondern das Zusammenspiel vieler einzelner Faktoren, die den Kollaps des britischen Regulierungsregimes gegen Ende der neunziger Jahre provozierten.

2.3 Repräsentation der Technologie im Politikprozess

Um ihre ökonomische Machtposition zu schützen versuchen Akteure, ihre eigene Position zu institutionalisieren. Damit Technologie einen Einfluss auf Regulierung erlangen kann, braucht sie Repräsentation innerhalb der Institutionen des Regulierungsregimes. Besonders wichtige Akteure sind die Organisation des Eisenbahnbetreibers (also zum Beispiel Deutsche Bahn und British Rail) und die Unternehmen der Eisenbahnindustrie (Hersteller, Zulieferer usw.). Hier finden sich erhebliche Unterschiede zwischen dem deutschen und dem britischen System. In Deutschland existierte eine kleine Gruppe von Herstellern, während im britischen Fall fast die gesamte Produktion von der British Rail Tochter BREL (British Railways Engineering Ltd.) erstellt wurde. Private Firmen waren hauptsächlich als Zulieferer einzelner Komponenten für BREL involviert. Forschung und Entwicklung fanden im eigenen Labor von British Rail in Derby statt. Im britischen Fall war das Verhältnis zwischen dem Transportministerium und der Eisenbahnindustrie wesentlich durch die finanziellen Belastungen der Eisenbahn für den nationalen Haushalt geprägt. Im Gegensatz dazu bestand im deutschen Fall auch ein Interesse an der Förderung bestimmter Industrien und Anbieter (Powell 1995; Abel 1997).

Im Fall der Regulierungsreformen in den neunziger Jahren waren die institutionellen Positionen und damit verbunden die Einflussmöglichkeiten der Betreiber der Eisenbahnen sehr unterschiedlich. Beide Unternehmen wollten eine Privatisierung als integriertes Unternehmen, aber nur die Deutsche Bahn konnte diese Position relativ erfolgreich im politischen Entscheidungsprozess durchsetzen. Obwohl es im deutschen Fall nicht angemessen ist, von einem direkten *capture* zu sprechen,¹⁵ gelang es der Deutschen Bahn doch, einige Reformoptionen zu verhindern und andere zu fördern, so etwa im Falle der Vorschriften der organisatorischen Trennung und des (letztlich) unbestimmten Zeitplanes

15 Für unterschiedliche Sichtweisen des Konzepts des *capture* siehe Stigler (1971), Wilson (1989), Hood (1994).

für die Unabhängigkeit der verschiedenen Bereiche der Deutschen Bahn. Dabei war entscheidend, dass für weitreichende Reformen eine Änderung des Grundgesetzes und deshalb breite politische Unterstützung notwendig waren. British Rail dagegen war von den ursprünglichen Diskussionen über das White Paper wie auch über das Gesetz von 1993 ausgegrenzt und hatte lediglich auf technische Details Einfluss, aber nicht auf die Eckpunkte der Reform.

Andere Sektoren oder Firmen hatten keinen Einfluss auf die beiden nationalen Reformen. Kein potenzieller Bieter der Franchises trug etwas zum Design des Franchisingregimes bei oder hatte später Einfluss auf die Details dieses Bieterverfahrens. Im Gegenteil, es war die britische Ministerialbürokratie, welche ihre Erfahrungen mit Privatisierungsvorhaben und somit auch mit Technologien der Regulierung in den Eisenbahnbereich importierte. Es war ein typisch britischer lateraler Transfermechanismus, der es erlaubte, in der britischen Bürokratie Ressourcen innerhalb und zwischen verschiedenen Ministerien freizusetzen, was zu einer Konzentration von privatisierungserfahrenen Bürokraten im Eisenbahnbereich führte (Hood 1996). Dies ermöglichte den Import und die Anpassung von Technologien der Regulierung. Damit entwickelte sich der britische Reformprozess als »kumulierte Weisheit« einer bürokratischen Reformgemeinschaft. Im Kontrast dazu stammten die Reformer im deutschen Fall fast ausschließlich aus dem Eisenbahn- und Verkehrssektor. Hier war die Eisenbahntechnologie also stark repräsentiert – anders als in Großbritannien, wo mit British Rail lediglich der eigentliche Technologiebetreiber am Reformprozess beteiligt war.

2.4 Technologie als Leitbild

Die Art, wie Technologien eingeschätzt und verstanden werden und welche Funktionen sie aus dieser Perspektive erfüllen sollen, gilt ebenfalls als ein signifikanter Einflussfaktor der Strukturierung eines Regulierungsregimes. Im Falle der hier diskutierten beiden nationalen Reformen waren unterschiedliche Ideen über die Rolle der Eisenbahn präsent. In Deutschland dominierte die traditionelle Überzeugung, dass die Eisenbahn auch gemeinwirtschaftliche Funktionen zu erfüllen hat, die sie zu einem wichtigen Faktor der wirtschaftlichen Entwicklung auch peripherer Regionen werden lässt.¹⁶ Diese Überzeugung erhielt zusätzliches Gewicht durch die Notwendigkeit einer breiten Zustimmung der Bundesländer zu den Reformvorhaben. Im britischen Fall hingegen spielten

16 Auch umweltpolitische Überlegungen spielten in Deutschland traditionell eine wichtige Rolle.

solche Ideen keine wichtige Rolle.¹⁷ Aus der Sicht des Treasury war es ja gerade einer der Vorteile des Franchisingregimes, dass es die erforderlichen Subventionen transparent machte. Man hoffte, dadurch auf lange Sicht Unterstützung für Streckenstilllegungen zu mobilisieren.

Wie bei allen *Ideas-matter*-Ansätzen ist es schwer, das Henne-und-Ei-Problem zu vermeiden. Die Frage, ob verschiedenartige Vorstellungen von Aufgabe und Funktion der Eisenbahnen institutionelle Selektionsmechanismen geprägt haben oder ob diese institutionellen Mechanismen zum Aufblühen bestimmter Ideen führten, ist schwer zu beantworten. Wie bereits ausgeführt, wurde die Partizipation unterschiedlicher Akteure in den beiden Fällen durch unterschiedliche institutionelle Konstellationen geprägt. In Deutschland waren dies vor allem das institutionelle Erfordernis der Grundgesetzänderung und die Konzentration verkehrspolitischen Wissens im Reformprozess, während im britischen Fall, bedingt durch den lateralen Transfermechanismus und die starke Position des Finanzministeriums, die »Econocrats« dominierten. Spätere »Anbauten« an das Regulierungsregime wie die Reduzierung der Wettbewerbsidee und die Spezifikation von Minimalstandards für den Service waren hauptsächlich ein Resultat politischer Not.¹⁸ Es galt, die sinkende Akzeptanz und Popularität in der Wählerschaft zu bremsen.

Insgesamt waren es also mehr die institutionellen Repräsentationen der Technologie in den Entscheidungsprozessen und weniger die Überzeugungen und Ideen als solche, welche die Entwicklung der Regulierung in den beiden Staaten prägten. Ideen prägten zwar die Optionen der unterschiedlichen Reformkoalitionen, aber die Auswahl einer bestimmten Option wurde durch die selektive institutionelle Repräsentation der Optionen bestimmt.

3 Technologie und Regulierungswandel auf der EU-Ebene

Während materielle Technologie als nur einer unter mehreren Faktoren für die Reformen auf der nationalen Ebene relevant war, spielte sie auf der EU-Ebene eine bedeutendere Rolle. Die Technik eröffnete jedoch in diesem Fall keine neue Gelegenheitsstruktur, sondern erzeugte Pfadabhängigkeit. Dies wird deutlich, wenn man den Wandel der politischen Prioritäten der EU-Kommission auf

17 Die Eisenbahn in einer gemeinwirtschaftlichen Funktion wurde in britischen Reformdiskussionen nach dem Ersten Weltkrieg diskutiert, aber aufgrund des Widerstandes besonders aus dem Finanzministerium nicht weiter verfolgt (Lodge 2002a).

18 Vgl. zu dieser Form des institutionellen Wandels Streeck/Thelen (2005).

diesem Gebiet betrachtet. Sie musste sich sehr früh von ihrem ursprünglichen Vorhaben einer weitreichenden Liberalisierung der Netze zugunsten des weniger weitgehenden Ziels einer Förderung von Interoperationalität im Eisenbahnverkehr durch Standardsetzung verabschieden.

Transnationale Standardisierung war natürlich nichts Neues, sondern wurde in der Vergangenheit bereits von der UIC (als Verband nationaler Eisenbahnunternehmen) vorangetrieben. Bei den Standards ging und geht es um technische Kompatibilität insbesondere der Wagen und Lokomotiven mit dem Ziel, grenzüberschreitenden Verkehr zu ermöglichen beziehungsweise zu erleichtern (Abel 1997: 95). Gleichwohl blieb der grenzüberschreitende Verkehr traditionell fragmentiert, was allein schon dadurch sichtbar wurde, dass an jedem Grenzübergang die Lokomotive gewechselt werden musste. Interoperabilität entwickelte sich in den späten neunziger Jahren zu einem Hauptthema der Europäischen Kommission und wurde auch zur Hauptaufgabe der Eisenbahn-Agentur, die 2006 gegründet worden ist und die auch die Aufgaben der »European Association for Railway Interoperability« übernommen hat.¹⁹

Der zunächst verfolgte, wesentlich weiter reichende Ansatz der EU zur Schaffung eines liberalisierten Eisenbahnmarktes stieß demgegenüber auf den Widerspruch der etablierten nationalen Betreiber, die neue Wettbewerber auf der Schiene fürchteten. Das zentrale Dokument des Liberalisierungsansatzes war die Verordnung 91/440, welche die Trennung von Infrastruktur und anderen Geschäftsbereichen wenigstens in der Kosten- und Ertragsrechnung forderte. Die für die Umsetzung dieser Maßnahme gesetzte Frist (1993) wurde allerdings nur von Deutschland und Großbritannien eingehalten. Andere Mitgliedstaaten folgten nur zögerlich, und neue Wettbewerber wurden durch Argumente über Sicherheit und fehlende Netzkapazität ausgegrenzt. Hier war Frankreich als Bremsen besonders aktiv. Generell wurden die Grenzen der Eisenbahntechnologie zum zentralen Argument für diejenigen, die neue potenzielle Wettbewerber auf den nationalen Eisenbahnnetzen verhindern wollten.

Vor dem Hintergrund dieser nationalen Antworten auf die europäischen Liberalisierungsversuche beschränkte sich die Kommission fortan darauf, die technische Kompatibilität voranzutreiben, um grenzüberschreitenden Verkehr sowohl im Personen- als auch und speziell im Gütertransport zu verbessern und zu beschleunigen. Organisatorisch bedeutete dies die Herausstrennung von technischer Standardsetzung und Zertifizierung aus dem Bereich der nationalen Eisenbahnunternehmen und die Etablierung dafür zuständiger Verwaltungen. Der EU-Ansatz entwickelte sich also weg von ursprünglichen Plänen der Ent-

¹⁹ Letztere war eine gemeinsame Organisation der nationalen Eisenbahnunternehmen (durch UIC) und der Eisenbahnproduzenten (durch deren Verband UNIFE).

wicklung eines gemeinsamen Marktes auf der Schiene durch rechtliche Schritte der Öffnung des Marktzuganges hin zu einem Ansatz, der die nationalen technischen Standards als Hürden des Marktzugangs zumindest teilweise harmonisieren sollte.²⁰

Aufgrund der Diversität der nationalen Regulierungsansätze und des wachsenden Interesses der Mitgliedstaaten an der Diversität der nationalen Standards als Marktzugangshindernis trieb die Europäische Kommission paneuropäische Standards als einzige ihr verbliebene Möglichkeit voran, um den transeuropäischen Verkehr zu verbessern. Die weiter gehende Zielsetzung des Aufbaus eines transeuropäischen Netzes erschien schon wegen der hohen Kosten problematisch.

Auf dem Weg, Interoperationalität zu erreichen, wurden Fortschritte erzielt. Nicht nur für Hochgeschwindigkeitszüge, sondern auch mit Blick auf konventionelle Zugleistungen besonders im Güterverkehr wurden neue Standards gesetzt. Sie sollen Schritt für Schritt im Zuge von Erneuerungsinvestitionen im nationalen Bereich realisiert werden. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf den Standards für Fahrzeuge. Dies trägt der Tatsache Rechnung, dass die Kosten für die Fahrzeugerneuerung niedriger sind als für Investitionen in die Infrastrukturen. Es spiegelt aber auch die Realität in der Eisenbahnindustrie wider, in der sich eine Konzentration der Hersteller von Zügen, aber auch anderer einschlägiger Unternehmen beobachten lässt.²¹ Außerdem entwickelt die Industrie inzwischen modulare Züge, die relativ problemlos an die verschiedenen nationalen Anforderungen angepasst werden können.

3.1 Technologie als Gelegenheitsstruktur

Diese Entwicklungen sind keinesfalls revolutionär, sondern signalisieren eher graduellen Wandel im Regulierungsansatz. Welchen Einfluss hatte hier die Technologie?

Zweifellos gibt es im Kernbereich der Eisenbahntechnologie auch am Anfang des 21. Jahrhunderts keinen gravierenden technischen Wandel. Die Eisenrad-Schiene-Technologie wurde zwar modifiziert, bleibt aber weiterhin das

20 Die wichtigsten EU-Rechtsinstrumente waren die Verordnungen 95/18 (Lizenzierung von Eisenbahnunternehmen), 95/19 (Allokation von Infrastrukturkapazität und Berechnung von Netzzugangskosten), 96/48 (Interoperationalität von europäischen Hochgeschwindigkeitszügen) und 01/16 (Interoperationalität von transeuropäischen konventionellen Eisenbahnsystemen, später modifiziert in 04/50).

21 Bei den Herstellern von Zügen sind die Hauptakteure Alstom, Bombardier, Siemens, Hitachi, Kawasaki und Talgo. Die Zahl der Signalanbieter sank von neun auf sechs im Zeitraum von 1999 bis 2004.

zentrale Element der Eisenbahn. Obwohl Lokomotiven entwickelt wurden, die Grenzen überwinden können, ist auch hier der technologische Wandel nicht besonders weitreichend und die Technologieerfordernisse werden immer noch als kompliziert, schwer zu ändern und daher auch als problematisch angesehen.

Die wachsende Aktivität der Europäischen Kommission im Bereich von Standards seit den neunziger Jahren reflektiert die politische Einsicht, dass die Eisenbahn, anders als Telekommunikation oder Elektrizität, in der Tat eine alte, in ihren Gleisen tief eingebettete Technologie ist. Allerdings wurden seit dieser Zeit zugleich Versuche der Entwicklung von Standards für transeuropäische Netze mit Hilfe avancierter Informations- und Kommunikationstechnologien gefördert. Dies ist besonders im Bereich der Signaltechnik, speziell im Projekt ETCS (European Train Control System), zu erkennen. ETCS braucht im voll entwickelten Zustand kaum noch infrastrukturbasierte Technologie, sondern arbeitet mit Informationsströmen, die »an Bord« zusammenlaufen. ETCS erfordert nur geringe Investitionen in die existierende Infrastruktur. Es ist allerdings nicht kompatibel mit den existierenden Signalsystemen und stieß daher bei der endgültigen Einführung auf erhebliche nationale Widerstände hauptsächlich in Großbritannien. Gleichwohl lässt ETCS erkennen, wie Akteure mit an die restriktiven Gegebenheiten teilweise angepassten Politikpräferenzen im Zusammenspiel mit neuen auf modernen Informations- und Kommunikationstechnologien basierenden Technologien schrittweise Veränderungen durchsetzen können.

3.2 Technologie als Repräsentation

Wie bereits erwähnt, fand ein Konzentrationsprozess in der Eisenbahnindustrie hin zu einigen transeuropäischen Produzenten von Lokomotiven und Waggons statt. Es war diese Industrie, die in besonderer Weise aus der Entwicklung gemeinsamer Standards Nutzen ziehen konnte, da sie potenziell Produktionskosten durch Skaleneffekte senken konnte. Ebenso konnten die existierenden nationalen Eisenbahnbetreiber von dieser Entwicklung profitieren. Insbesondere die Deutsche Bahn versucht, sich zu einem europaweiten Logistikanbieter zu entwickeln, während andere private Anbieter wie zum Beispiel der französische Mischkonzern Connex sich als Anbieter von Passagierdiensten in mehreren Ländern zu profilieren versuchen.

Allerdings hatten die etablierten Bahnbetreiber, aber auch die neuen Anbieter, die ohnehin hauptsächlich innerhalb von nationalen Märkten agierten, und der internationale Eisenbahnverband (UIC) sehr viel weniger Einfluss auf die Entwicklungen als die Europäische Kommission und die Hersteller von Lokomotiven und Waggons, die zudem über weitgehend gleichgerichtete Interessen verfügten. Die UIC kann sogar als einer der Hauptverlierer des Prozesses

der Entwicklung von EU-weiten Zertifikationsstandards angesehen werden. Im Falle der Hersteller war das Interesse an den Entwicklungen in Europa insgesamt nicht besonders stark ausgeprägt. Natürlich waren sie für einheitliche Interoperationalitätsstandards, allerdings stellt Europa nicht mehr den interessantesten Markt für diese Industrie dar. Die Hersteller schauen daher zunehmend auch nach Asien. Die modulare Produktionsweise von Zügen auf der Basis einheitlicher Prototypen ermöglicht es den Herstellern inzwischen außerdem, mit relativ geringem Aufwand auf nationale Besonderheiten zu reagieren. Damit sind die Kosten eines Fehlens europaweiter Regeln für die Hersteller erheblich gefallen.

3.3 Technologie als Leitbild

Trotz der offiziellen Rhetorik vom drohenden Niedergang oder gar Sterben des Eisenbahnsektors, wie sie insbesondere in den Weißbüchern der EU-Kommission verfolgt wird, zielt der Politikansatz der Kommission eher auf inkrementellen Wandel durch Stärkung der Interoperationalität von Infrastrukturen. Waren die Debatten in den frühen neunziger Jahren, besonders im Kontext der »Trans European Networks«, noch durch Ideen des offenen Netzzugangs, aber auch der Schaffung von europaweiten Eisenbahnlinien geprägt, so konzidierten spätere Initiativen, dass die inhärenten Unterschiede zwischen den nationalen Eisenbahninfrastrukturen nur überbrückt, aber nicht durch die Schaffung einer neuen Infrastruktur beseitigt werden können. Die Auffassung von der Eisenbahn als Teil des europäischen Marktes wandelte sich somit im Verlauf der vergangenen Dekade, aber dieses Verständnis orientierte sich sehr viel weniger an der Technologie als Leitbild, als dies in den Diskursen in Deutschland und Großbritannien der Fall war.

4 Schluss

Viel ist im Kontext des weitreichenden Regulierungswandels in den letzten drei Jahrzehnten über die Bedeutung von Technologie gesagt worden. Im Vordergrund standen dabei meist Innovationen im High-Tech-Bereich und deren Rolle im Prozess der Veränderung von Regulierungsregimen und der Allokation von Profiten. Bei der Eisenbahn handelt es sich um ein Politikfeld, das durch eine alte Technologie gekennzeichnet ist und das daher für eine Diskussion über den Einfluss von Technologien auf Regulierungswandel als wenig relevant erschien. Die Analyse hat aber gezeigt, dass die Frage, ob *technology matters*, aus drei ver-

schiedenen Perspektiven diskutiert werden und somit zu einem besseren Verständnis der Einflussmöglichkeiten von Technik beitragen kann.

In der ersten Interpretation, die Technologie als Gelegenheitsstruktur vor allem im Sinne von materieller Technologie betrachtet, hat diese einen stabilisierenden beziehungsweise retardierenden Effekt, der weitreichenden Reformen Grenzen setzt. Zugleich halfen aber Innovationen in technologischen Randgebieten wie der Informationstechnik, Kompatibilität zwischen unterschiedlichen nationalen Systemen herzustellen und damit die Tür zum von der EU-Kommission anvisierten einheitlichen europäischen Transportmarkt zumindest ein Stück weit zu öffnen. Auf der nationalen Ebene war die materielle technologische Resistenz ein Grund für das Suchen nach Regulierungsoptionen, die helfen sollten, wachsende Probleme insbesondere für die nationalen Finanzhaushalte abzuwenden.

Auch die Repräsentation von Technologie innerhalb von Entscheidungsprozessen kann, wie gezeigt wurde, erhebliche Effekte haben. Der selektive institutionalisierte Zugang zu Entscheidungen, der praktisch festlegte, welche Eisenbahninteressen sich auf der nationalen Ebene durchsetzten, bestimmte weitgehend die Wahl der Regulierungsformen in den neunziger Jahren. Die Akteurkonstellationen bei den Diskussions- und Entscheidungsprozessen zur Bahnreform waren aufgrund institutioneller Bedingungen in Großbritannien deutlich andere als in Deutschland. Die hieraus resultierenden Unterschiede in der Repräsentation von Interessen führten schließlich zu unterschiedlichen Regulierungsformen.

In der dritten Perspektive schließlich kann Technologie auch als Idee oder Leitbild Bedeutung gewinnen. Das Verständnis der Rolle der Eisenbahn im nationalen und europäischen Wirtschaftsraum hatte Einfluss auf die Auswahl der Regulierungsinstrumente. Auch hier fanden sich deutliche Unterschiede zwischen Deutschland und Großbritannien vor allem hinsichtlich der gemeinwirtschaftlichen und infrastrukturellen Aufgaben, die man der Eisenbahn zuschrieb. Im europäischen Kontext wiederum wurden die Reformmaßnahmen durch die Idee einer gemeinsamen Infrastruktur geprägt, die auch wegen der materiellen Resistenz der Technologie schließlich Raum lassen musste für die Diversität der nationalen Eisenbahnsysteme.

Die drei Perspektiven dürfen nicht als deterministische *Technology-matters*-Positionen missverstanden werden. Sie zeigen aber, dass Technologie in unterschiedlichen Realisationsformen den Wandel der Regulierung der sozioökonomischen Infrastruktur Eisenbahn beeinflusst hat. Es kommt also nicht darauf an, dass eine Technologie neu ist, um Wirkungen zu entfalten. Auch eine alte Technologie wie die Eisenbahn, bei der technologischer Wandel viel weniger prominent war und ist als in anderen Netzindustrien, entfaltet ihre Wirkungen –

materiell, vor allem aber auch institutionell und ideell. Weitet man den Technologiebegriff auf Technologien der Regulierung aus (Black 2005), so lässt sich zudem eine Interaktion zwischen materieller Technologie und Kontrolltechnologie beobachten. Dies macht deutlich, dass wir es mit komplexen Interaktions- und Interdependenzbeziehungen zu tun haben, die es verbieten, sich auf ein deterministisches *technology matters* oder *does not matter* festzulegen.

Literatur

- Abel, Jörg, 1997: *Von der Vision zum Serienzug*. Berlin: edition sigma.
- Black, Julia, 2005: Tomorrow's Worlds: Frameworks for Understanding Regulatory Innovation. In: Julia Black/Martin Lodge/Mark Thatcher (Hrsg.), *Regulatory Innovation*. Cheltenham: Edward Elgar, 16–44.
- Black, Julia/Martin Lodge, 2005: Conclusions. In: Julia Black/Martin Lodge/Mark Thatcher (Hrsg.), *Regulatory Innovation*. Cheltenham: Edward Elgar, 181–197.
- Büllingen, Franz, 1997: *Die Genese der Magnetbahn Transrapid*. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag.
- Gourvish, Terry, 1990: British Rail's »Business-Led« Organisation, 1977–1990. In: *Business History Review* 64(1), 109–149.
- Hammond, Thomas H./Jack H. Knott, 1988: The Deregulatory Snowball: Explaining Deregulation in the Financial Industry. In: *Journal of Politics* 50, 3–30.
- Heinze, Wolfgang G./Heinrich H. Kill, 1988: The Development of the German Railroad System. In: Renate Mayntz/Thomas Hughes (Hrsg.), *The Development of Large Technical Systems*. Frankfurt a.M.: Campus, 105–134.
- Hood, Christopher, 1994: *Explaining Economic Policy Reversals*. Buckingham: Open University Press.
- , 1996: United Kingdom: From Second-Chance to Near-Miss Learning. In: Johan P. Olsen/B. Guy Peters (Hrsg.), *Lessons from Experience*. Oslo: Scandinavian University Press, 36–70.
- Lodge, Martin, 2002a: *On Different Tracks: Designing Railway Regulation in Britain and Germany*. Westport: Praeger.
- , 2002b: The Wrong Type of Regulation? In: *Journal of Public Policy* 22(3), 271–297.
- , 2005: Back to the Future? Regulatory Innovation and the Railways in Britain and Germany. In: Julia Black/Martin Lodge/Mark Thatcher (Hrsg.), *Regulatory Innovation*. Cheltenham: Edward Elgar, 66–91.
- MacDonagh, Oliver, 1961: *A Pattern of Government Growth*. London: MacGibbon and Kee.
- McLean, Iain, 2004: The History of Regulation in the United Kingdom: Three Case Studies in Search of a Theory. In: Jacint Jordana/David Levi-Faur (Hrsg.), *The Politics of Regulation*. Cheltenham: Edward Elgar, 45–66.
- McLean, Iain/Christopher D. Foster, 1992: The Political Economy of Regulation: Interests, Ideology, Voters and the UK Regulation of Railways Act 1844. In: *Public Administration* 70, 313–332.

- Parris, Henry, 1965: *Government and the Railways in Nineteenth-Century Britain*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Powell, Roxanne, 1995: *The Frontiers of State Practice in Britain and France: Pioneering High Speed Railway Technology and Infrastructure (1965–1993)*. Dissertation. London: London School of Economics and Political Science.
- Salsbury, Stephen, 1988: The Emergence of an Early Large-Scale Technical System: The American Railroad Network. In: Renate Mayntz/Thomas Hughes (Hrsg.), *The Development of Large Technical Systems*. Frankfurt a.M.: Campus, 37–68.
- Stigler, George, 1971: The Theory of Economic Regulation. In: *Bell Journal of Economics and Management Science* 2(1), 3–21.
- Streeck, Wolfgang/Kathleen Thelen, 2005: Introduction: Institutional Change in Advanced Political Economies. In: Wolfgang Streeck/Kathleen Thelen (Hrsg.), *Beyond Continuity: Institutional Change in Advanced Political Economies*. Oxford: Oxford University Press, 1–39.
- Wilson, James Q., 1980: The Politics of Regulation. In: James Q. Wilson (Hrsg.), *The Politics of Regulation*. New York: Basic Books, 357–394.

Teil III
Informations- und Kommunikationstechniken

Einführung

Informations- und Kommunikationstechniken bilden seit vielen Jahren einen zentralen Fokus der Technikforschung. Zunächst standen Großcomputer, deren Integration eine Reorganisation von Betrieben und Verwaltungen erforderte, im Mittelpunkt. Erst die rasch fortschreitende Miniaturisierung der Computer auf der Basis von Mikroprozessoren und die Digitalisierung der Telekommunikationsnetze hat mit der hierdurch ermöglichten Konvergenz von Informations- und Kommunikationstechnik dazu geführt, dass die IuK-Techniken heute praktisch alle gesellschaftlichen Bereiche durchdringen. Spätestens seit der Erfindung und Ausbreitung des World Wide Web erscheint das Internet als das Symbol dieser Entwicklung schlechthin. Bei aller Faszination, die der Cyberspace verbreitet, sind es allerdings vor allem die realweltlichen Effekte der IuK-Techniken, die die Autoren der vier Beiträge dieses Teils im Auge haben.

Boy Lüthje zeigt am Beispiel der Halbleiter-Industrie, dass die technische Entwicklungsdynamik des IuK-Sektors ungebrochen ist. Insbesondere die wachsende Komplexität der Mikroprozessoren (Chips) im Designprozess und in der Produktion stellt immer höhere Anforderungen an die Unternehmen, denen sie mit unterschiedlichen Strategien zu begegnen versuchen. Technische und organisatorische Entwicklungen erscheinen dabei als nicht voneinander zu trennende Elemente des Prozesses der Institutionalisierung und permanenten Neujustierung eines soziotechnischen Systems. Dieser Prozess ist durch hochgradige Unsicherheiten für die Unternehmen und krisenhafte industrielle Strukturveränderungen gekennzeichnet. Diese vollziehen sich im Kontext transnationaler, netzwerkförmiger Systeme der Technologieentwicklung, die der Autor als Global Design Networks bezeichnet. In ihnen sind ostasiatische Firmen nicht mehr nur Produzenten preiswerter Mikrochips. Sie haben sich mittlerweile als eigenständige Innovationszentren etabliert.

Während Lüthje die Interaktion technischer und organisatorischer Dynamiken im Prozess der Weiterentwicklung und Produktion einer Basistechnologie des IuK-Sektors analysiert, betrachten die drei anderen Beiträge dieses Teils stärker die Anwender- und Nutzerkontexte von IuK-Techniken und konzentrieren sich dabei auf das Internet.

Heidemarie Hanekop und Volker Wittke analysieren den Einfluss des Internets auf das System wissenschaftlichen Publizierens. Die Digitalisierung und das Internet haben hier zweifellos einen Umbruch ausgelöst. Die in dem System institutionalisierte Tradition der Selbstorganisation speziell der Produktion und Begutachtung von Manuskripten wird, wie die Autoren zeigen, von den Protagonisten des »Open Access« gegen das traditionelle Modell wissenschaftlichen Publizierens durch kommerzielle Verlage ins Feld geführt. Die zu beobachtende Gründung und Verbreitung elektronischer Open-Access-Plattformen und Journale deutet jedoch eher auf eine partielle Neuverteilung von Publikationsfunktionen als auf eine Verdrängung der etablierten Verlage hin. Im Internet haben sich parallel verlagsbasierte Publikationsformen etabliert, die neben der Qualitätszertifizierung auch Such-, Recherche- und Publikationsfunktionen in neuartiger Weise bedienen. Im Ergebnis hat sich ein hybrides institutionelles Arrangement herausgebildet, in dem derzeit Strukturen marktförmiger Koordination mit denen wissenschaftlicher Selbstorganisation koexistieren.

Jürgen Feick diskutiert in seinem Beitrag die Frage nach den Möglichkeiten demokratischer Partizipation durch das Internet. Dabei greift er auch auf die Erfahrungen zurück, die bereits lange vor der Einführung des Internets mit den IuK-Techniken gemacht wurden. Die Multifunktionalität dieser Techniken impliziert bereits, dass sie unterschiedliche, ja gegensätzliche Wirkungen entfalten können. Ausgehend von demokratietheoretischen Überlegungen unterscheidet der Autor verschiedene Formen von Partizipation. Sie reichen von Information, Kommunikation und Konsultation bis hin zur Beteiligung an Entscheidungsprozessen mit entsprechenden Kompetenzen. Speziell hier ist die rechtlich-institutionelle Einbettung der Nutzung des Internets von großer Bedeutung für ein Funktionieren, das die Partizipation fördert. Insgesamt zeigt sich, dass die Förderung demokratischer Partizipation mindestens ebenso sehr einer Umorganisation komplexer politischer Prozesse wie der Bereitstellung kostengünstiger technischer Informations- und Kommunikationsmedien bedarf.

Auch *Hans Geser* betont die Multifunktionalität beziehungsweise Polyvalenz des Internets. In seiner Analyse konzentriert er sich auf die Nutzung der E-Mail in lokalen Parteiorganisationen in der Schweiz. Auf der Basis von repräsentativen Befragungsdaten untersucht der Autor die E-Mail-Kommunikation unter den Mitgliedern des jeweiligen örtlichen Parteivorstandes und zwischen dem Vorstand und den übrigen Parteimitgliedern. Im Mittelpunkt steht die Frage, ob E-Mail-Kommunikation die Verteilung des Einflusses in den Parteien verändert. Es deutet sich an, dass intensive Onlinekommunikation innerhalb der Vorstände ihre Autoritätsstellung stärkt. Andererseits festigt die Kommunikation zwischen Vorstand und Mitgliedern die parteiinterne Demokratie, allerdings bleiben diese Effekte sehr schwach.

»Making Moore's Law Affordable«: Modularisierung und vertikale Reintegration in der Chipentwicklung

Boy Lüthje

1 Einleitung

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit den komplexen technologischen, ökonomischen und organisatorischen Umbrüchen in der Entwicklung von Halbleiterchips, die im letzten Jahrzehnt unter den Vorzeichen der sogenannten New Economy und deren Krise vorangetrieben wurden. Diesen Entwicklungen unterliegen gravierende Strukturprobleme des in den neunziger Jahren herausgebildeten Innovationsmodells der IT-Branche, für das sich in der Literatur auch das Schlagwort »Wintelismus« eingebürgert hat (vgl. Borrus/Zysman 1997; Lüthje/Schumm/Sproll 2002; Jürgens/Sablowski 2003). Ein wesentliches und bislang wenig analysiertes Moment der Grenzen des Wintel-Modells (Lüthje 2007) sind tief greifende Umbrüche in den Formen der Produktentwicklung im technologischen Kernbereich des IT-Sektors, der Halbleiter- oder landläufig der Chipindustrie.

Infrage gestellt erscheint mit diesen Veränderungen nichts weniger als das berühmte »Moore'sche Gesetz«, welches im Jahre 1965 und aus heutiger Sicht erstaunlich treffend die anhaltende Verdoppelung der Leistungsfähigkeit von integrierten Schaltkreisen im Rhythmus von jeweils achtzehn Monaten vorhersagte. Das Tempo der technologischen Entwicklung hält zwar unvermindert an, allerdings erreichen die Aufwendungen für die Entwicklung komplexer Chipdesigns immer höhere, für einzelne Unternehmen kaum noch zu bewältigende Dimensionen. Die Akteure der Branche suchen deshalb seit längerer Zeit nach Mitteln, das Moore'sche Gesetz »affordable«, also erschwinglich zu machen (so der ehemalige Chief Executive Officer von Cadence Design Systems, Ray Bingham). Ein Weg scheint in der Entwicklung »modularer« Methodologien des Chipdesigns zu liegen, die komplexe integrierte Schaltungen in standardisierte Bausteine zerlegen, die zu Chips unterschiedlicher Funktion oder auch »Systems-on-Chip« zusammengefügt werden können. Mit dieser Entwicklung verband sich seit Ende der neunziger Jahre die Erwartung einer durchgreifenden vertikalen Spezialisierung der Chipentwicklung, die auch eine umfassende Auslagerung von teuren Engineering-Prozessen an Designdienst-

leister und deren geografische Verlagerung in Niedrigkosten-Standorte versprach (Chang et al. 1999).

Diese nicht immer einfach zu verstehenden Entwicklungen sollen im Folgenden einer genaueren Analyse unterzogen werden. Dabei interessiert das komplexe Verhältnis zwischen »technischer« – in den einschlägigen Konzepten der Chipentwicklung definierter – und »organisatorischer« Modularisierung in Gestalt globaler Produktionsnetze (Borrus et al. 2000; Henderson et al. 2002) und globaler Designnetzwerke (Ernst/Lüthje 2003). Hier soll nicht wieder die überholte Frage aufgerollt werden, ob »Technik« »Organisation« bestimmt oder umgekehrt. Vielmehr wird davon ausgegangen, dass wir es mit komplexen gesellschaftlichen Institutionalisierungsprozessen (Hack et al. 1991; Bender in diesem Band) zu tun haben, in denen Technikentwicklung und industrielle Organisation je spezifische Artikulationsebenen von Strukturveränderungen gesellschaftlicher Arbeitsteilung sind.

Diese Prozesse verlaufen aber keineswegs als harmonische Koproduktion oder Antizipation technisch-sozialer Realität. Sie sind vielmehr von hochgradigen Unsicherheiten gekennzeichnet, die sich im oftmaligen Scheitern technologischer Entwicklungskonzepte und krisenhaften industriellen Strukturveränderungen niederschlagen. Dahinter steht, dass technologische Trajekte oder Paradigmen (Kuhn 1962) zwar branchen- oder sogar gesellschaftsweit anerkannte *best practices* technologischer Entwicklung und Innovation verkörpern, aber in entscheidender Weise von privatunternehmerischen Akteuren mit spezifischen, miteinander konkurrierenden Strategien und Interessen definiert oder mitdefiniert werden. In kritischer Absetzung von neo-schumpeterianischen Begrifflichkeiten und in Anlehnung an das aus der französischen Regulationsschule stammende Konzept der Produktions- und Tauschnormen (Aglietta 1979) lassen sich die im Kontext widersprüchlicher privatunternehmerischer Verwertungskalküle und gesamtgesellschaftlicher Reproduktionserfordernisse konstituierten Pfade und Leitbilder der Technikentwicklung mit dem Begriff *Technologienormen* bezeichnen (Esser et al. 1997; Lüthje 2001). In diesem Aufsatz wird der Begriff auf die im Folgenden darzustellenden Architekturtypen von Mikrochips und die korrespondierenden Methodologien der Chipentwicklung bezogen.

Die zentrale These lautet, dass die von Technologien, Unternehmen und Finanzmärkten ins Auge gefasste Modularisierung von Entwicklungsverfahren und -organisation in der Halbleiterindustrie sich nur in recht widersprüchlicher und oftmals prekärer Form entwickelt. Trotz der massiven Aus- und Verlagerung von Entwicklungsarbeit ist es in den letzten Jahren keineswegs zu jener durchgreifenden vertikalen Aufgliederung der Entwicklungsorganisation gekommen, die von den Architekten modularer, »plattformbasierter« Chipkonzepte seit den neunziger Jahren vermutet und angestrebt wurde. Vielmehr lassen sich deut-

liche Tendenzen einer vertikalen Reaggregation von technologischen Entwicklungsressourcen erkennen, die paradoxerweise eher wieder vertikal integrierte Unternehmensstrukturen zu begünstigen scheinen. Vor dem Hintergrund der weitgehend vollzogenen Destruktion fordistischer Unternehmensformen vollzieht sich diese vertikale Reaggregation nunmehr allerdings im Kontext transnationaler, »netzwerkförmiger« Systeme der Technologieentwicklung, die wir als Global Design Networks bezeichnen bezeichnet werden.

Der Text beginnt mit einer kurzen Darstellung des Aufstiegs und der Krise des wintelistischen Innovations- und Produktionsmodells. Daran anknüpfend wird genauer auf die in den neunziger Jahren herausgebildeten Strukturen vertikal desintegrierter Technologieentwicklung in der Chipindustrie und auf die rasanten Veränderungen in den Technolgienormen eingegangen. In einem dritten Schritt werden die aktuellen Tendenzen einer vertikalen Reintegration und die damit verbundenen Unsicherheiten in der Entwicklung der Halbleiterbranche und ihres Innovationsmodells diskutiert. Der Beitrag schließt mit einigen Bemerkungen zu den industrie- und technikpolitischen Konsequenzen, insbesondere hinsichtlich des Themas *innovation offshoring*.¹

2 Aufstieg und Krise des »Wintelismus«

Die Erfolgsgeschichte der New Economy der neunziger Jahre war nicht nur das Ergebnis finanzgetriebener Spekulation auf technologische Innovationen (Brenner 2002), sondern auch eines spezifischen Modells der Produktion und Innovation, mit dem die IT-Industrie der USA nach der »japanischen Herausforderung« der achtziger Jahre wieder weltweite Dominanz gewinnen konnte. Dieses Produktionsmodell basiert auf einer durchgreifenden vertikalen Entflechtung des Produktionssystems und dessen Auflösung in relativ unabhängige Branchensegmente, welche jeweils die Schlüsselkomponenten von Systemprodukten der Informationstechnik bereitstellen. Paradigmatisches Leitbild war die PC-Industrie, in der die Lieferanten der beiden wichtigsten Systemkomponenten, Microsoft und Intel, zu den zentralen (und auch profitabelsten) Unternehmen des gesamten Sektors aufstiegen. Aus gutem Grund wurde das Kunst-

1 Die folgenden Ausführungen fassen erste Ergebnisse eines von der Stiftung Volkswagenwerk geförderten Forschungsprojektes zusammen, das vom Institut für Sozialforschung Frankfurt a.M. in Kooperation mit dem East-West Center Honolulu, Hawaii, und dem U.S. Social Science Research Council durchgeführt wird. Es trägt den Titel »Why Chip Design is Moving to Asia – Global Design Networks in the Semiconductor Industry«. An dem Projekt sind neben dem Autor Dieter Ernst, Wilhelm Schumm und Peter Pawlicki beteiligt.

wort »Wintelismus« (Borrus/Zysman 1997) zum sozialwissenschaftlichen Logo dieses Systems, das sich in der Folge auch in zahlreichen anderen Segmenten der IT-Industrie verbreitete, namentlich bei Servern, Netzwerkinfrastruktur, Notebook-Computern, PDAs, MP3-Playern, Spielekonsolen und auch bei klassischen Infrastrukturprodukten wie Mobiltelefonen.

Ein zentrales Kennzeichen dieses Produktionssystems ist die weitgehende Entkopplung von Produktinnovation und Fertigung. Während die technologieführenden Markenunternehmen sich ihrer Produktion weitgehend zu entledigen versuchen oder von vornherein »fabriklos« an den Start gehen, wird die Produktion auf stark integrierte Auftragsfertiger verlagert, welche Montage, fertigungsnahes Engineering, Logistik, Teilebeschaffung und gegebenenfalls auch Reparatur- und Montagedienste im weltweiten Verbund versehen. Dieses Branchensegment entstand in den neunziger Jahren in den USA unter der Bezeichnung Contract Manufacturing oder auch Electronics Manufacturing Services (EMS) (Sturgeon 1997; Lüthje/Schumm/Sproll 2002). Parallel dazu wuchsen die Netzwerke der Auftragsfertigung in Asien (Borrus et al. 2000) und namentlich in Taiwan, wo sich die dort vertretenen, eng mit Silicon Valley verbundenen Subcontractor-Firmen zu veritablen Großunternehmen entwickelten. Im Unterschied zu den amerikanischen EMS übernahmen diese Firmen auch zunehmend wesentliche Teile des Produktdesigns, insbesondere von Komponenten und Baugruppen, weshalb auch von Original Design Manufacturing (ODM) gesprochen wird.

Ergebnis dieser Entwicklung war eine recht weitgehende Auflösung vertikal integrierter »fordistischer« Produktionsformen, die ab Ende der neunziger Jahre auch massiv von traditionellen Elektronikunternehmen in den USA und Europa wie zum Beispiel IBM, Lucent, Siemens oder Ericsson nachvollzogen wurde. Im Zuge einer weltweiten Welle von Fabrikverkäufen an Contract Manufacturer wurden die führenden Unternehmen dieses Sektors zu zentralen Akteuren weltweiter Produktionsverbände, die je nach Berechnungsweise heute etwa 15 bis 20 Prozent der Wertschöpfung der globalen IT-Produktion stellen. Mit dem Platzen der *stock market bubble* im Jahr 2001 wurden die führenden EMS-Unternehmen allerdings auf besondere Weise von den weltweiten Überkapazitäten in der IT-Branche getroffen.

Die Krise offenbarte die Grenzen des wintelistischen Produktionsmodells und seine spezifischen Krisenpotenziale (im Folgenden Lüthje 2007). Der in diesem Ausmaß ungekannte Aufbau struktureller Überkapazitäten widerspiegelte die durch die neuen Formen der Markt- und Unternehmensorganisation extrem verkürzten Zyklen der Innovation und der Kapitalverwertung. Verstärkt wurde dies durch die starke Kapitalmarktorientierung des Innovationssystems (Stichwort: Venture Capital) und den spekulativen Aufbau von Zukunftsprojekten im

Infrastrukturbereich – wie zum Beispiel durch die spektakuläre Versteigerungen von UMTS-Mobilfunklizenzen in Deutschland und anderen europäischen Ländern. Die vertikale Desintegration der Produktionssysteme erzeugte massive Dominoeffekte innerhalb der Produktions- und Lieferketten und begünstigte die Verlagerung der Krisenfolgen auf die Produktionsdienstleister und Komponentenlieferanten.

Der Druck auf die Zulieferer ging einher mit einschneidenden Veränderungen in den Produktions- und Innovationsstrategien der Markenfürer. In der PC-Industrie, dem Vorreiter wintelistischer Industriestrukturen, haben die drei verbliebenen US-Markenfirmen Dell, Hewlett Packard und Apple fast vollständig auf »fabriklose Fertigung« umgestellt. Orientiert am Erfolgsbeispiel Dell wurden Fertigungsaufträge auf ODM-Firmen aus Taiwan konzentriert, die auch das Engineering des technischen »Innenlebens« der Produkte, also der Motherboards und deren Integration mit Systemkomponenten wie Festplatten oder Grafikchips übernehmen. IBM verkaufte die Fertigung von Consumer-PCs im Jahre 2002 an den US-Kontraktfertiger Sanmina-SCI und das strategisch wichtige PC-Geschäft für Geschäftskunden Ende 2004 schließlich an Lenovo aus China. In der Handybranche ist es in der jüngsten Zeit ebenfalls zu einem massiven Schub in Richtung ODM-Produktion gekommen. Fast alle Handyhersteller haben inzwischen ebenfalls umfangreiche Fertigungsbeziehungen mit taiwanesischen Kontraktfertigern. Als Kernkompetenz sehen einige europäische und US-Markenfirmen oft nur noch das äußere Formdesign und die Betriebssoftware der Handys an – alle weiteren Elemente des Engineering werden den Auftragsherstellern überlassen.

Die einschneidende Konsequenz dieser Entwicklung ist eine durchgreifende Verringerung der Fertigungs- und nunmehr Entwicklungstiefe bei den globalen Markenfirmen. Zugleich kommt es zu einer starken vertikalen Reintegration von Produktionsressourcen auf Seiten der Kontraktfertiger, die ihrerseits die Fertigung in Großbetrieben und Industrieparks mit einem breiten Spektrum von Produktionsprozessen, Zulieferbetrieben, Logistik und produktionsnahem Engineering zusammenfassen (Hürtgen et al. 2007). Dies geht einher mit einem massiven *innovation outsourcing*, also der Verlagerung von oftmals kompletten Prozessen der Produktentwicklung auf Kontraktfertiger, die diese Tätigkeiten wiederum in bekannten regionalen Zentren des Low-Cost-Engineering wie Indien, China oder Osteuropa konzentrieren und damit für das politisch viel diskutierte *innovation offshoring* sorgen.

3 Vertikale Desintegration in der Chipindustrie

Diese umfassenden Restrukturierungen globaler Produktionsnetzwerke auf der Seite der Systemherstellerfirmen haben wesentliche Konsequenzen für die Halbleiterindustrie als Entwickler und Lieferant der Kerntechnologien fortgeschrittener IT-Systeme. Unter dem wintelistischen Innovationsmodell rückten führende Chiphersteller wie Intel in die Position von Systemdefinitoren, um deren »Silikon« herum Systemarchitekturen und Märkte gebaut wurden. Zugleich durchliefen wesentliche Bereiche der Chipproduktion ihrerseits eine massive vertikale Desintegration, die vor allem von den in Silicon Valley beheimateten Leitunternehmen der betreffenden Sektoren ausging (Lüthje 2001). Dabei lassen sich zwei wesentliche Unternehmensmodelle identifizieren.

- Die »klassischen« unabhängigen Chiphersteller der Gründerzeit Silicon Valleys wie Intel, AMD, National Semiconductor oder LSI Logic (auch »Merchant Producers« genannt), die Halbleiterchips ohne Einbindung in vertikale Strukturen größerer Elektronikkonzerne entwickeln und produzieren und über voll ausgestattete eigene Produktionsstätten verfügen (Integrated Device Manufacturer, IDM).
- »Fabriklose« Chiphersteller, die sich auf die Entwicklung und Vermarktung neuer Halbleiterdesigns beschränken, die Fertigung aber an Auftragshersteller (Chip-Foundries) vergeben. Dieses Segment aus eher kleineren bis mittleren Firmen galt als besondere Erfolgsgeschichte der US-Halbleiterindustrie in den neunziger Jahren (Angel 1994), die so prominente Firmennamen wie Broadcom, Qualcomm oder Nvidia hervorbrachte. Die Foundries wuchsen in diesem Prozess ebenfalls in multinationale Größenordnungen. Die führenden Foundries wie TSMC, UMC oder Chartered Semiconductor sind in Taiwan oder Singapur ansässig und bilden dort die Vorhut der raschen technologischen Aufwärtsentwicklung der dortigen IT-Industrie.

Die von den spezialisierten Chipfirmen des Silicon Valley vorangetriebene De-Vertikalisierung der Halbleiterherstellung und ihr oft phänomenaler, von den Finanzmärkten stark honorierter Erfolg setzte die traditionellen, aus vertikal integrierten Unternehmen der Elektro- und Elektronikindustrie stammenden Hersteller ebenfalls unter starken Restrukturierungsdruck. Die älteren Chiphersteller der USA und Europas versuchten vielfach, das Modell des integrierten Merchant Producers zu imitieren. Konzerne wie IBM, AT&T-Lucent, Motorola, Siemens, Thomson und zuletzt Philips betrieben ab Mitte der neunziger Jahre eine Herauslösung ihres Chipgeschäftes aus traditionellen vertikalen Verbundstrukturen. Oft führte dies zur Ausgründung neuer Tochtergesellschaften

mit eigener Börsennotierung und klangvollen Namenskreationen wie Infineon (ex-Siemens), Freescale (ex-Motorola) oder ST Micro (ex-SGS Thomson). Hinzu kamen massive interne Umstrukturierungen durch die operative Verselbständigung einzelner Geschäftsbereiche und die zunehmende Kooperation mit Foundries und Designdienstleistern, die auch einen starken Schub der Relokalisierung in Richtung Asien erbrachten.

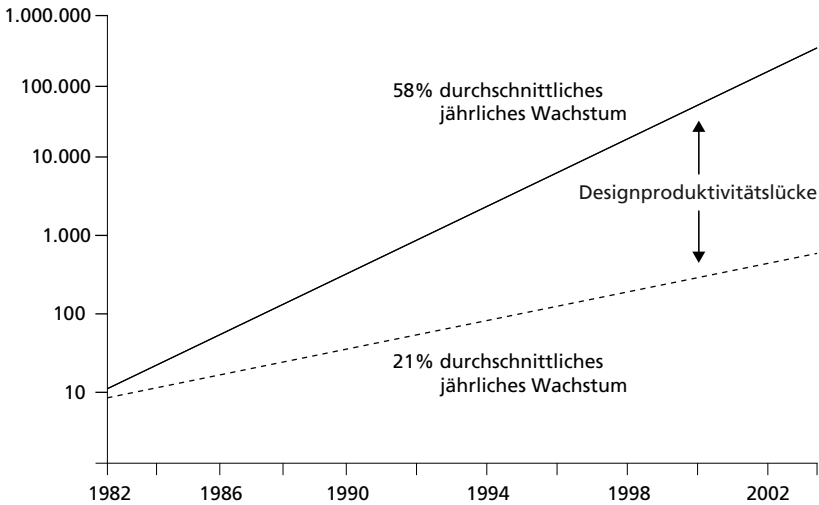
Einen Gegenpol zu dieser Entwicklung bildeten indes die Elektronikkonzerne Japans und Koreas. Japanische Hersteller wie NEC oder Hitachi begannen zwar ebenfalls, ihre Chiptöchter zu verselbständigen. Allerdings wurden zumeist die informellen vertikalen Integrationsbeziehungen innerhalb der Konzernfamilien (*keiretsus*) und ein größeres internes Produkt- und Know-how-Portfolio erhalten. Kooperationen mit Foundries spielen nach wie vor nur eine geringe Rolle. Noch dezidierter wurde das Prinzip der vertikalen Integration von den aufstrebenden Konzernen Koreas verfolgt, die damit eine außerordentlich erfolgreiche Aufholjagd führten und dabei vor allem vom Ende der achtziger Jahre vollzogenen Ausstieg US-amerikanischer und europäischer Hersteller aus dem extrem kapitalintensiven Geschäft mit Speicherchips profitierten. Wie auch ihr japanisches Vorbild verbanden die koreanischen Firmen allerdings die Chipproduktion für den Eigenbedarf mit der aggressiven Vermarktung ihrer Chips nach außen (Lüthje 2001: 167ff.).

Der Erfolg der neuen Unternehmens- und Produktionsmodelle hat allerdings nicht das Problem verdecken können, dass die Kosten technologischer Innovationen in der Chipindustrie immer höher werden und damit für einzelne Firmen kaum noch bezahlbar sind. Dieser seit Jahrzehnten herrschende Trend hat seine Ursachen zunächst in den unaufhörlich steigenden Investitionskosten für neue Produktionsanlagen, die in der Spitze inzwischen bei 10 Mrd. US-Dollar für ein neues Werk liegen (*Electronics Engineering Times* 16.12.2005). Weniger spektakulär, aber nicht minder gravierend ist der langfristige Rückgang der Produktivität der Arbeit in der Chipentwicklung, die angesichts der überproportional steigenden Komplexität bei den fortgeschrittensten Technologien trotz hochgradiger Automatisierung immer langwieriger, riskanter und kostenintensiver wird.

Dieser in der Fachwelt unter dem Schlagwort *design productivity gap* bekannt gewordene Trend drückt sich statistisch darin aus, dass die Produktivitätssteigerungen im Designbereich mit jährlich etwa 21 Prozent im Mittel der vergangenen zwanzig Jahre deutlich hinter denen in der Produktion (58 Prozent im Jahresdurchschnitt) zurückgeblieben sind (*International Technology Roadmap for Semiconductors* 2002; Abbildung 1). Diese Produktivitätsschere ist Antrieb zur Automatisierung und Modularisierung des Chipdesigns. Durch die Definition von Standardprozessen und den Einsatz ausgefeilter Systeme der Designsoftware

Abbildung 1 Produktivitätslücke im Chipdesign

Erweiterung der Designproduktivitätslücke in integrierten Kreisläufen



soll die Wiederverwendung (*re-use*) von Designbausteinen gestärkt, aber auch die Auslagerung standardisierter Design Tätigkeiten zur Einsparung von Personalkosten erleichtert werden (vgl. Chang et al. 1999).

4 »System-on-Chip«: Modularisierung der Chipentwicklung

Die Produktivitätslücke im Chipdesign wurde offiziell erstmals in der *International Technology Roadmap for Semiconductors* (ITRS) des Jahres 1997 festgestellt (Rowen 2004). Während der Boomjahre der New Economy wurden diese Probleme aber verdeckt durch das rasante Nachfragewachstum und die Schaffung neuer Produktmärkte durch Durchbruchinnovationen wie den PC, das Internet und die Mobiltelefonie. Die Rationalisierungsstrategien der Chiphersteller richteten sich auf die Ökonomisierung und Internationalisierung der Produktion und die unternehmensorganisatorische Trennung von Entwicklung und Fertigung (Voskamp/Wittke 1994), deren Ergebnis auch der Aufstieg der zumeist in Taiwan und Singapur ansässigen Chip-Foundries war (Angel 1994). Das relativ schwache Produktivitätswachstum in der Chipentwicklung verwies indes auf

grundlegende Probleme im Innovationssystem der Branche, die offenbar nicht durch eine weitere vertikale Spezialisierung von Unternehmensstrukturen entlang der Achse Entwicklung-Fertigung gelöst werden konnten.

Vor diesem Hintergrund wurde die Entwicklungsarbeit in der Chipindustrie zum Gegenstand verstärkter Rationalisierungsbemühungen. Kostenreduzierung durch geografische Verlagerung oder die Beschäftigung aufenthaltsrechtlich prekärer Arbeitsmigranten wurde zu einer wesentlichen Antwort auf dieses Problem – angetrieben durch den Umstand, dass die jährlichen Kosten für die Beschäftigung eines Chipentwicklung-Ingenieurs in Ostasien bei nur 10 bis 20 Prozent der Kosten im Silicon Valley liegen (Ernst 2003). Parallel dazu wurde die Automatisierung der Entwicklungsarbeit vorangetrieben, wofür das Schlagwort Electronic Design Automation (EDA) steht. Eine neue Generation hoch spezialisierter, zumeist aus Silicon Valley stammender Unternehmen wie zum Beispiel Cadence, Synopsis oder Magma entwickelte komplexe Softwaresysteme für das Computer Aided Design (CAD) integrierter Schaltungen.

Der Übergang vom Chipdesign alten Stils auf Transparentstreifen aus einem Rubylith genannten Plastikfilm zu computerbasierten Designverfahren hatte in den siebziger Jahren begonnen und wurde ab Mitte der achtziger Jahre durch die Verfügbarkeit leistungsstarker PCs und Workstations wesentlich beschleunigt (MacMillen et al. 2000: 1f.). Die Intention von EDA geht allerdings über die reine Ersparnis von Arbeitskosten hinaus. Die hochgezüchteten Softwaresysteme der jeweiligen Hersteller definierten faktisch Standardverfahren für ein immer breiter werdendes Spektrum von Entwicklungsprozessen. Damit kann das Know-how für viele Prozesse und Subprozesse zunehmend »von der Stange« gekauft werden, was trotz der sehr hohen Kosten für diese Systeme auch den Markteintritt von Designservicefirmen fördert. Zugleich unterstützt der Rückgriff auf standardisierte »Bausteine« die Wiederverwendung von Ingenieurwissen in verschiedenen Produkten und Produktgenerationen (Turley 2003: 37ff.).

Eine strategisch weiter reichende Antwort auf die Produktivitätsentwicklung in der Chipentwicklung lag indes in grundlegenden Veränderungen der Konstruktionsprinzipien hochkomplexer Chips und ihrer Entwicklungsprozesse, die sich in der Entwicklung einer neuen Technologiennorm verdichteten. Zum Leitwort dieser Entwicklung wurde der Begriff »Modularisierung«, zentriert um das Konzept des System-on-Chip (SoC). Wie der Name andeutet, nutzten Chipdesigner die raschen Fortschritte in der »Transistordichte« einer Chipfläche, um die verschiedenen Hardware- und Softwarefunktionen eines Systems wie etwa eines Mobiltelefons, einer Digitalkamera oder eines Netzwerk-Routers auf einem einzigen Chip zu kombinieren. Vorläufer dieses Ansatzes waren ältere Konzepte der modularen Schaltungsentwicklung aus den siebziger Jahren (sogenannte *gate arrays*), die auf »Standardzellen« und »Zellbibliotheken« beruhten, welche in ver-

schiedenartigen Chips verwendet werden konnten (Mac Millen et al. 2000). Das Spezifikum von SoC-Architekturen besteht indes darin, auf Grundlage einer fortgeschrittenen Miniaturisierung der Schaltungen parallele Subsysteme mit verschiedenen Funktionen wie Audio-, Video- oder Netzwerkprotokollverarbeitung zu kreieren. Damit sind nicht nur durchgreifende Größenreduzierungen möglich. Die Integration der verschiedenen Subsysteme in einem Chip verbessert auch nachhaltig das Funktionieren des Systems insgesamt.

Ein Schlüsselement der »SoC-Revolution« war die Wiederverwendbarkeit von Chipdesigns oder ihrer Komponenten. Dem Vorbild reiferer Produktionsbranchen wie etwa der Automobilindustrie folgend, in denen der größte Teil des Designs für neue Produkte von älteren Produktgenerationen übernommen oder abgewandelt wird, ermöglichte das SoC-Konzept neue Formen »plattformbasierter« Entwicklung, die für verschiedene Typen und Generationen von Produkten verwendet werden können. Diese Innovation versprach substantielle Einsparungen an Ingenieurarbeitskraft und beschleunigte die Automation der Chipentwicklung und den Übergang von einem »handwerklichen« zu einem »industriellen« Umfeld für die Serienproduktion von Chipdesigns (Chang et al. 1999).

Unter den Vorzeichen anhaltender, dem Moore'schen Gesetz folgender Fortschritte bei der Reduktion der Schaltungsgrößen sowie der raschen Entwicklung der Mobilkommunikation und der digitalen Konsumgüterelektronik als Nachfolger der PC- und der Internet-Revolutionen wurde SoC zu einem zentralen Technologietreiber, der teilweise die technologischen Flaggschiffe der PC-Ära – DRAM-Speicherchips, Mikroprozessoren und anwendungsspezifische Chips (ASICs) – in dieser Rolle ablöste. Das Prinzip der Modularisierung markierte einen deutlichen Bruch mit älteren Technologiennormen, die – wie besonders im Bereich anwendungsspezifischer ASIC-Chips sichtbar wird – auf der Kreation jeweils neuer Designs für neue Anwendungen basierten und die auf die Kontrolle des Marktes durch proprietäre Chiparchitekturen setzten.

Waren mit dem SoC-Konzept zentrale Parameter der auf der Kommodifizierung proprietärer Technologiennormen basierenden Logik des wintelistischen Innovationsmodells infrage gestellt, so reproduzierte die SoC-Methodologie indes in mancher Hinsicht die Risiken und Fallstricke früherer Designmethodologien. Die Zusammenfassung ganzer informationstechnischer Systeme wie eines Mobiltelefons, eines MP3-Players oder eines Handheld-Computers auf einem Chip erhöhte die Komplexität der Entwicklungsaufgaben und der Prozessorganisation für solche Produkte wiederum durchgreifend. Die Integration verschiedener Subsysteme mit verschiedenen Schaltungstypen, elektronischen Funktionalitäten und Fertigungsanforderungen resultierte in massiv gestiegenen Risiken von grundlegenden Designfehlern, die das Ergebnis des Projektes ins-

gesamt infrage stellen können. Das Risiko besteht allerdings nicht nur darin, »to build the chip wrong«. Die durch die steigende Designkomplexität bewirkte Verlängerung der Entwicklungszyklen erhöht angesichts immer schnellerer Innovation bei den Endprodukten auch die Gefahr, von der Nachfrage seitens der Systemhersteller überholt zu werden, also »to build the wrong chip« (Rowen 2004: 4f.).

Die sich oftmals in Größenordnungen von Dutzenden Millionen von Dollar bewegenden ökonomischen Risiken sogenannter *design spins* (das heißt des Scheitern eines Designprojektes und des kostspieligen Re-Engineering) entstehen aufgrund eines dem SoC-Konzept in spezifischer Weise eigenen Flexibilitätsdilemmas. Die Übertragung komplexer Funktionen eines elektronischen Systems, die physisch gesehen früher auf einer Leiterplatte oder in einem Softwareprogramm angesiedelt waren, in den *closed shop* eines Silikonchips bewirkte, dass die Korrektur von Designfehlern oder die Adaption zusätzlicher Funktionen nicht mehr »nachträglich« erfolgen kann, also nachdem die Produktions-Blaupause des Chips (genannt Maske) angefertigt und die Serienproduktion aufgenommen wurde. Das Schlüsselproblem ist dabei die Softwareintegration. Nach neueren Zahlen (ITRS 2005) macht die Softwareentwicklung bis zu 80 Prozent des Arbeitsvolumens bei der Entwicklung sogenannter *embedded systems* aus, speziell im Bereich des Testens und der Verifizierung. Die Zahl der Softwareingenieure übersteigt infolgedessen heute oftmals die Zahl der in Projektteams für Mikroprozessoren und andere komplexe Chiptypen beschäftigten Chipdesign-Ingenieure.

5 Von der »starrten« zur »flexiblen« Modularisierung

Das Flexibilitätsdilemma in SoC-Methodologien, die wir auch als Konzepte statischer oder hierarchischer Modularisierung bezeichnen können, hat zur Entwicklung einer Anzahl neuer Methodologien und Chiptypen geführt, die eine »flexible Modularität« intendieren und damit alternative Szenarien der Technologienormenentwicklung versprechen. Der Kerngedanke dieser Designmethodologien besteht darin, die strikte Grenze zwischen »Chip«- und »System«-Entwicklung aufzubrechen, um eine größere Flexibilität bei der Konfigurierung der Chips, beim Hinzufügen von Hard- und Softwarefunktionalitäten im Laufe des Produktlebenszyklus und bei der Softwareintegration zu ermöglichen. Es geht also darum, wichtige und kostenträchtige Entscheidungen während des Designprozesses »nach hinten« zu verschieben, indem entweder der Prozessor repro-

grammierbar gemacht wird oder bestimmte Funktionen vom »Silikon« zurück ins »System« (also auf die Leiterplatte oder in die Software) verlagert werden (Rowen 2004: 6ff.).

Ein wichtiges Konzept reprogrammierbarer Logikchips, dessen Ursprünge ebenfalls in die siebziger Jahre zurückreichen, heißt Field Programmable Gate Array (FPGA). FPGA und verwandte Chiptypen – zum Beispiel Logic Cell Arrays (LCA), Programmed Arrays of Logic (PAL), Complex Programmable Logic Devices (CPLD) – sind sozusagen »im Feld« programmierbar, das heißt, System- und Softwarehersteller können sie nach Erhalt kundenspezifisch konfigurieren. Die produktspezifischen Funktionen können zumeist über die Software des Systemherstellers nachprogrammiert werden. Der Nachteil dieser Konzepte besteht allerdings darin, dass solche Chips eine Vielzahl von zusätzlichen Schaltkreisen und Transistoren benötigen, die häufig vom Kunden gar nicht genutzt werden. Dadurch werden diese Chips teuer und relativ langsam, haben einen hohen Grad ungenutzter Verarbeitungskapazität und einen gesteigerten Stromverbrauch (Turley 2003: 161).

Ein besonders ausgeklügelter und anscheinend vielversprechender Ansatz zur Lösung des für FPGA-Methodologien bestehenden Dilemmas zwischen Flexibilität und Leistung ist das Konzept des konfigurierbaren Prozessors, das von hochspezialisierten »IP-Verkäufer«-Firmen wie zum Beispiel Tensilica aus Kalifornien propagiert wird. Die Basis dieser Methodologie ist eine sogenannte Prozessorgenerator-Software, die die auf der Systemebene definierten Anwendungsanforderungen in ein automatisch erzeugtes Design konfigurierbarer und skalierbarer Mikroprozessorkerne umsetzen. Ein vollständiges Hardwaredesign eines Mikroprozessors in einem für Produktion und Softwareentwicklung anwendbaren Format kann auf diese Weise innerhalb einer Zeitspanne von etwa einer Stunde generiert werden (Rowen 2004: 23). Die Anwendbarkeit eines solchen Konzeptes für ein breiteres Spektrum von Massenprodukten muss allerdings noch unter Beweis gestellt werden.

Die Proliferation solcher Konzepte flexibler Modularität signalisiert allerdings nicht unbedingt eine bevorstehende Welle neuer Innovationsdurchbrüche, sondern ist eher Ausdruck der fortgesetzten Unsicherheiten in der Technologienormenkonkurrenz bei der Suche nach »erschwinglicheren« und weniger risikoreichen Anwendungsformen des Moore'schen Gesetzes. Weder starre noch flexible Konzepte der Modularisierung des Chipdesigns haben bislang die Produktivitätslücke in diesem Bereich auch nur annähernd überwinden können, sondern immer wieder neue und offenbar unintendierte technische und finanzielle Risikopotenziale erzeugt.

Die jüngste Ausgabe der *International Technology Roadmap for Semiconductors* bringt diese Probleme zum Ausdruck. Die Projektionen gegenwärtiger und künf-

tiger Technologietrends zeigen eine zunehmende Distanz vom traditionellen Benchmarking technologischer Fortschritte entlang des Moore'schen Gesetzes, also anhand der Maßzahlen Transistordichte und Schaltungsgrößen. In einer bemerkenswerten Abkehr von einer lange gepflegten Tradition wurde das Konzept der »Technologieknoten« entlang bestimmter Transistorgrößen als Schlüsselvariable der einschlägigen »Landkarten« technologischen Fortschrittes in der ITRS 2005 aufgegeben. Die zentralen technologischen Herausforderungen werden mehr und mehr in der Integration komplexer Systemfunktionalitäten (zum Beispiel der menschlichen Stimme in Mobiltelefonen) in Halbleiterschaltkreisen oder in der Lösung des chronischen Funktionsproblems mobiler elektronischer Produkte, Stromverbrauch und Batteriebensdauer, gesehen.

Many functional requirements (on SoC) such as power consumption, wireless communication (RF), passive components, sensing and actuating, and biological functions are not scaling with Moore's Law. (ITRS 2005: 20)

Der Übergang von »more Moore« zu »more than Moore« (ebd.) stellt massive Herausforderungen, zumal die Designproduktivitätslücke nach wie vor nicht geschlossen werden konnte. In der ITRS des Jahres 2005 heißt es dazu unter anderem:

The main message in 2005 remains—*Cost (of design) is the greatest threat to continuation of the semiconductor roadmap*. Cost determines whether differentiating value is best achieved in software or in hardware, on a programmable commodity platform or on a new IC. ... Rapid technology change shortens product life cycles and makes time-to-market a critical issue for semiconductor customers. Manufacturing cycle times are measured in weeks, with low uncertainty. Design and verification cycle times are measured in months or years, with high uncertainty. ... ITRS editions prior to 2003 have documented a *design productivity gap*—the number of available transistors grows faster than the ability to meaningfully design them. Yet, investment in process technology has by far dominated investment in design technology. (ITRS 2005: 1)

Unter den Vorzeichen anhaltender Fortschritte in der Halbleiterproduktionstechnik hat schließlich auch das traditionelle, seit den Anfängen der Branchenentwicklung bestehende Problem der Integration von Entwicklung und Fertigung (Borras 1988) im SoC- und Post-SoC-Zeitalter neue Dimensionen erhalten. Die gegenwärtige Runde der Restrukturierung der Produktion auf Technologieknoten mit Transistorgrößen von 90nm und darunter wirft neue Probleme der Modularisierung auf. Prozesstechnologien auf diesem Niveau stellen der Wiederverwendung von Designbausteinen große Hindernisse entgegen, denn die physikalischen Charakteristika der Schaltungen unterscheiden sich stark von anderen Prozessknoten. IP-Blocks, die für den 90nm-Prozessknoten entwickelt wurden, können nicht ohne Weiteres in den 65nm-Knoten integriert

werden. Design for Manufacturing (DFM) lautet deshalb eine der aktuellen Herausforderungen, für die in der EDA-Branche eine Vielzahl neuer *tools* entwickelt wird. Angesichts der bisherigen Erfahrungen mit der Modularisierung des Chipdesigns scheint es jedoch zumindest zweifelhaft, ob diese Instrumente die vom komplizierten und oft widersprüchlichen Zusammenhang technologischer Komplexität und organisatorischer Restrukturierung herrührenden Probleme wirklich kompensieren können.²

6 Vertikale Reintegration »auf höherem Abstraktionsniveau«

Die Probleme bei der *technologischen Modularisierung* und die damit zusammenhängende fortgesetzte Unsicherheit in der Technologienormenkonkurrenz markieren einen wesentlichen, aber oft verdeckten Angelpunkt der widersprüchlichen Verläufe *organisatorischer Modularisierung* in der IT-Industrie. Die Restrukturierung der Branchenkonkurrenz scheint heute kaum noch vom spektakulären Wettlauf um technologische Durchbruchinnovationen wie in den achtziger und neunziger Jahren gekennzeichnet zu sein, sondern von oftmals schwer zu überschauenden Konkurrenzkämpfen um die Beherrschung der finanziellen und unternehmensstrategischen Risiken neuer Chiptechnologien und -methodologien.

Im Gefolge des Crashes der Jahre 2001 und 2002 ist auch eine inzwischen recht durchgreifende Restrukturierung der Produktions- und Innovationsmodelle in der Halbleiterindustrie in Gang gekommen. Ein Charakteristikum dieser Entwicklung besteht darin, dass die voranschreitende vertikale Desintegration auf der Seite der großen Systemhersteller – also vor allem die oben geschilderte Auslagerung von integrierten Produktionssegmenten und Systemdesign auf EMS- und ODM-Unternehmen – die strategische Rolle der Chiphersteller stärkt. Dort, wo wichtiges technologisches System-Know-how zunehmend »von der Stange« gekauft wird, wächst auch der Bedarf für hochwertige Standardbausteine und deren Kompatibilität mit standardisierten Technologieplattformen und Architekturen, wie zum Beispiel von Intel mit seinem Centrino genannten Chipsatz für die drahtlose Kommunikation vorgeführt worden ist. Manche Beobachter sprechen deshalb zutreffend von einer *competitive re-aggregation* der Industrie (*Electronics Engineering Times*, 3.4.2005), in der gerade jene Halbleiterhersteller gut positioniert scheinen, die über ein breites Portfolio von Technologieressourcen in Produktion, Entwicklung und Systemberatung verfügen.

² Für detaillierte Kommentare und Anregungen zu diesem Thema bin ich Peter Pawlicki zu besonderem Dank verpflichtet.

Große Chiphersteller wie Intel, Texas Instruments, Infineon oder Philips verlegen sich hier auf die Entwicklung von Chipplattformen, die eine Kernarchitektur eines Chips oder eines Chipsets definieren und dabei Variationen beziehungsweise Kombinationsmöglichkeiten für verschiedene Anwendungsprodukte offen lassen. Damit wird der Chiphersteller immer mehr zum Entwickler von systemarchitektonischem Know-how, der sich aus Routineprozessen des Designs oder auch der Produktion zurückzieht und einen wesentlichen Teil seiner Gewinne aus Lizenz- und Patentgebühren generiert. In extremer Form werden solche Strategien von einer neuen Generation von IP-Providern praktiziert, die nur noch Kernarchitekturen für bestimmte Prozessortypen anbieten. Dazu gehört etwa das aus Großbritannien stammende Unternehmen ARM.

Mit dieser Orientierung der Konkurrenz auf abstraktere Niveaus von Systemwissen und Standardsetzung scheint eine neue Runde der vertikalen Des- und Reintegration in der IT-Industrie eingeleitet. Die entscheidenden Wettbewerbsvorteile werden dabei weniger durch die (monopolistische) Beherrschung einer bestimmten Chiptechnologie generiert, sondern vielmehr aus der Verbindung chipspezifischer Technologiepotenziale mit kreativem Systemwissen. Der Chief Technology Officer eines führenden Unternehmens der Designautomatisierung fasst dies in einem von uns im Jahre 2005 geführten Interview im Rückblick auf die technologischen Entwicklungen der neunziger Jahre prägnant wie folgt zusammen:

IBM or Intel's competitive edge is not necessarily anymore the ability to cram stuff on a chip. All that stuff has now become bread and butter, in the same way that making steel was a secret. So, people are moving up into saying – what is the next place where I can add value? ... Chip companies are doing more and more system design-like things than they were doing last year, the year before. They are doing a lot more than entire system companies did 10 years ago. But: Are the chip companies becoming the surrogates for the system companies? I would say no because the success of systems has changed from what it used to be 15 years ago. The success of that systems company element from a consumer point of view is a whole different ball game. So, people who are squeezing the margins from the other end, people who have the ability to brand, are in the lead. Samsung, for instance, is doing an amazing job of coming out and saying: it is cool to be Samsung. It wasn't cool to be Samsung. Made in Korea was not cool.

Vor diesem Hintergrund gewinnen Innovationsmodelle wieder an Bedeutung, die nicht auf eine Segmentierung der Produktions- und Entwicklungsketten setzen, sondern Marketing-, System- und Produktionswissen in großer Breite und Diversität integrieren können. Sowohl das Unternehmensmodell des unabhängigen Integrated Device Manufacturers (IDM) als auch des »fabriklosen« Designhauses scheinen damit ihre Leitbildfunktion aus der Epoche der New Economy zu verlieren. An Bedeutung gewinnen demgegenüber Unternehmens- und Allianzmodelle, die in intelligenter Weise hochwertige Forschung, Design,

Produktion und Servicekapazitäten zu »Komplettangeboten« für die Markenfirmen in bestimmten Segmenten des IT-Sektors kombinieren. Beispiele hierfür bieten etwa das Mobilfunkchipgeschäft von Texas Instruments mit seiner engen Integration mit führenden Systemherstellern wie Nokia, die von IBM verfolgte Positionierung als »Generalunternehmer« für die Entwicklung und Fertigung komplexer Chiparchitekturen (zum Beispiel des sogenannten Cell Chip zusammen mit Sony) oder die Koordination von verschiedenen Plattformstrategien in einem gemeinsamen Pilotwerk für fortgeschrittene Produktionsprozesse wie im Falle der von STM, Freescale und Philips getragenen »Crolles2«-Allianz.

Die vertikale Reaggregation von Know-how-Ressourcen beinhaltet damit also nicht die faktische Rückkehr zum vertikal integrierten Großunternehmen fordistischen Typs – auch wenn die derzeit sehr erfolgreichen Elektronikkonzerne Süd-Koreas, insbesondere Samsung, gelegentlich diesen Eindruck erzeugen mögen. Die Reintegration von Know-how-Ressourcen erfolgt heute nicht primär über die Wiederezusammenführung von Entwicklung und Produktion in großen Unternehmen, sondern auf der Ebene der Entwicklung neuer Produktkonzepte und Standards. Dies schließt nicht aus, dass Elektronikkonzerne, die vor noch nicht allzu langer Zeit ihre Chiptochter abgestoßen haben, heute wieder in den Bereich der Chipentwicklung einsteigen, wie etwa zur Zeit Motorola in die Entwicklung von Chipsets für die WIMAX genannte fortgeschrittene Drahtlos-Kommunikation von Computern. Auf der Seite der Chiphersteller überwiegt allerdings der Trend zur Auflösung der vertikalen Integration von Entwicklung und Fertigung. Mit Ausnahme der »großen Drei« Intel, Texas Instruments und Samsung, setzen heute alle größeren Chiphersteller auf sogenannte *Fab-lite*-Strategien, also auf ein partielles Outsourcing der Chipfertigung, das auf die Reduktion der Kosten für die Entwicklung neuer Herstellungsprozesse zielt.

Die Restrukturierung der Branchenkonkurrenz nimmt unter diesen Vorzeichen eher einen triangularen Charakter an. Während die entscheidenden Ressourcen des System-Know-how zwischen größeren Chipfirmen und den Systemherstellern geteilt werden (insbesondere auch mit Blick auf Marketing und Branding), erscheinen die großen Chip-Foundries wie TSMC, UMC oder Chartered Semiconductor als nicht mehr wegzudenkende Träger komplexen Produktionswissens. Im Umfeld der Foundries, geografisch vor allem in Taiwan, zunehmend aber auch auf dem chinesischen Festland, entwickeln sich qualifizierte Designdienstleisterfirmen, die vom bevorzugten Zugang zum Prozess-Know-how der Foundries profitieren. Wichtiger Bündnispartner dieses Branchensegmentes sind die Unternehmen der Electronic Design Automation, von denen strategische Entwicklungswerkzeuge erworben werden können. Demgegenüber scheinen sich die großen Contract Manufacturer in der Systemmontage, also führende EMS- oder ODM-Konzerne wie Flextronics, Sanmina-SCI,

Foxconn oder Quanta, von ihren zeitweise recht ambitionösen Plänen im Bereich der Chipdesigndienstleistungen zu verabschieden.

Aus der Perspektive der *emerging economies* Ostasiens ist dabei ganz besonders festzuhalten, dass die Modularisierung des Chipdesign bislang *nicht* zum Entstehen einer größeren Outsourcing-Branche auf den unteren Stufenleitern transnationaler Technologieketten geführt hat, wie es teilweise aus der Softwarebranche bekannt ist (Huws/Flecker 2004). Die vertikale Des- und Reintegration in der Chipindustrie begünstigt im Kontext globaler Produktions- und Designnetzwerke vielmehr die Agglomeration spezifischer und relativ komplexer Know-how-Ressourcen in bestimmten Low-Cost-Regionen, die sich meistens vom Status des Billiganbieters entfernt haben. Namentlich die Chip-Foundries aus Taiwan und Singapur haben sich zu integrierten Technologieunternehmen entwickelt, die in der Region, aber auch im globalen Maßstab umfangreiche Technologienetzwerke mit Designdienstleistern, IP-Providern, EDA-Firmen und Chipanlagenherstellern unterhalten. Diese Unternehmen sind auch wichtige Technologiepartner in den Kooperationen US-amerikanischer und europäischer Chiphersteller wie in den zuvor genannten Fällen IBM oder Crolles2.

In dieses Szenario mischen sich heute zunehmend die neuen transnationalen Systemhersteller des »China Circle« ein, die alle auf den Aufbau relativ weitläufiger Technologieportfolios mit eigener Markenkompetenz in spezifischen Endmarktsegmenten setzen. Hinter der Übernahme von Siemens Mobile durch BenQ stand auch ein solches Kalkül, ebenso wie hinter der noch weit größeren Akquisition der PC-Sparte von IBM durch Lenovo aus China. Die aufstrebenden Multinationals der chinesischen IT-Industrie wie Lenovo, TCL, Huawei oder ZTE könnten in der »post-wintelistischen« IT-Industrie eine zentrale Rolle spielen, setzt doch die chinesische Industriepolitik auf eine den ostasiatischen Nachbarn abgeschauten, stark diversifizierte Entwicklung von Technologieportfolios, die aktuell besonders von der oben geschilderten vertikalen Integration in der Auftragsfertigung profitiert.

7 Schlussbemerkung

Die mit den manifesten Grenzen des Moore'schen Gesetzes auftretenden Veränderungen in den Produktions- und Technologienormen der Halbleiterbranche verdeutlichen das komplexe Verhältnis technologischer und organisatorischer Modularisierung im Kernbereich fortgeschrittener kapitalistischer Industrieentwicklung. Ein genauerer Blick auf die Technik beziehungsweise die Methodologien ihrer Entwicklung macht deutlich, dass der in der ökonomie- und gesell-

schaftstheoretischen Diskussion landläufig gebrauchte Begriff der Modularität selbst in hohem Maße definitionsbedürftig ist (Ernst 2005). Mit Blick auf aktuelle Debatten lässt sich zum Beispiel feststellen, dass die Modularisierung von Produktions- und Unternehmensstrukturen keineswegs als ein marktliberaler Logik folgender Prozess der kostengetriebenen Optimierung intraindustrieller Arbeitsteilung interpretiert werden darf (zum Beispiel Langlois 2003). Desgleichen greifen jene aus dem Umkreis des Theorems flexibler Spezialisierung und des Konzepts der Netzwerkgesellschaft von Castells stammenden Ansätze zu kurz, die modulare Produktionsstrukturen aus der Perspektive der Dezentralisierung von Innovationsprozessen im Kontext spezialisierter Unternehmensnetzwerke zum Beispiel in High-Tech-Distrikten wie Silicon Valley erklären (Saxenian 1994, 2002; Lester/Piore 2004).

Die vorangegangene Diskussion sollte verdeutlichen, dass es zwischen den technologischen Projektionen modularer Designkonzepte in der Chipindustrie und der organisatorischen Restrukturierung der Branche sowie ihrer internationalen Arbeitsteilung keine einfachen Entsprechungen gibt. Technische Modularisierung korrespondiert also keineswegs zwangsläufig mit organisatorischer Modularisierung, sondern eröffnet zunächst lediglich unterschiedliche Möglichkeiten industrieller Restrukturierung (Ernst 2005). Die Institutionalisierung der sektoralen Technolgienormen ist vielmehr ein Element komplexer Konkurrenzkämpfe zwischen weitläufigen unternehmerischen Akteurnetzen, die getrieben sind von den finanziellen und organisatorischen Risiken der Technikbeherrschung und dem Druck zu immer neuen Durchbruchinnovationen. Die besondere Problematik dieser Prozesse resultiert daraus, dass einerseits die Komplexität von Technikentwicklung und die Kapitalintensität der Produktion einen extrem hohen Grad gesellschaftlicher Arbeitsteilung erzwingen. Kein einziges Unternehmen ist auch nur annähernd in der Lage, die Ressourcen für diese Innovationsprozesse alleine bereit zu stellen oder zu kontrollieren. Andererseits ist die Definition der branchenweiten *best practices* der Technologieentwicklung und damit auch der gesellschaftlichen Formen ihrer Nutzung von einer Vielzahl einzelunternehmerischer Interessen abhängig, die ihre jeweiligen kleineren oder größeren Technologiemonopole auf den verschiedenen Stufen der technologischen »Nahrungskette« mit harten Bandagen verteidigen. Die simultane *Fragmentierung* und *Zentralisierung* (Ernst/O'Connor 1992) von Märkten, Unternehmen und Technologieketten ist nach wie vor der charakteristische Bewegungsmodus der post-fordistischen IT-Branche (Lüthje 2001).

In industrie- und technologiepolitischer Hinsicht begründet dies erheblichen Regulierungsbedarf. Dabei sollte man sehr genau die Konsequenzen der Erosion des wintelistischen Innovationsmodells US-amerikanischer Prägung ins Auge fassen. Die partielle Rückkehr zu vertikal integrierten Produktions-

formen scheint wieder jene Vorteile breit aufgestellter Produkt- und Technologieportfolios in den Blick zu rücken, über die gerade die aus der Tradition elektrotechnischer Universalkonzerne hervorgegangenen Führungsunternehmen der europäischen Elektronikindustrie verfügten. Die Tatsache indes, dass die vertikale Reintegration der Produktions- und Technologieinfrastrukturen heute überwiegend in der Hand von Kontraktfertigern (vor allem der ODM-Firmen Taiwans), ehemaliger Kontraktfertiger mit eigenen Markennamen (wie Samsung, Acer oder nunmehr BenQ) sowie der großen Chip-Foundries vor sich geht, verweist darauf, dass das traditionelle Großunternehmen fordistischer Prägung wohl nicht mehr zurückkehren wird. Zugleich ist diese Entwicklung unzweifelhafter Ausdruck der Tatsache, dass das unter den Vorzeichen der finanzmarktgetriebenen Innovationsmodelle der neunziger Jahre auf allen Ebenen praktizierte Outsourcing von Produktion und Entwicklung zu einem massiven Technologietransfer in die *newly industrializing countries* Ostasiens geführt hat, der dem Aufschwung der Region zu einem eigenständigen Pol technologischer und unternehmerischer Innovation wesentliche Impulse gegeben hat.

Für die Halbleiterindustrie trifft es sicherlich zu, dass es heute weniger denn je ein universell gültiges Modell technologischer Innovation und unternehmerischer Organisation gibt. Wenn daraus allerdings – wie kürzlich bei der Neuordnung von Infineon – der Schluss gezogen wird, industrielle Verbundstrukturen in der Chipproduktion *in toto* aufzulösen (Ziebart 2005) und das Unternehmen mehr oder weniger zu zerschlagen, muss dies hoch problematisch erscheinen. Dahinter steht nicht nur das Eingeständnis, dass die früher mit der Herauslösung des Unternehmens aus dem Siemens-Konzernverbund betriebene Imitation wintelistischer Innovationsstrategien faktisch gescheitert ist. Ein Kernproblem europäischer Innovationssysteme in der IT-Industrie scheint heute wieder die mangelnde Größe der Akteure und ihrer Kooperationsstrukturen zu sein. Darauf weisen inzwischen auch die langjährigen Befürworter einer am Vorbild Silicon Valley ausgerichteten, auf dezentralisierten Start-up-Unternehmen basierenden Restrukturierung der europäischen IT-Industrie hin (wie etwa die Consulting Firma McKinsey oder der Branchenverband der deutschen IT-Industrie BitKom).

Die Konsequenzen solcher Analysen scheinen indes noch kaum zur Kenntnis genommen zu werden. Eine Lehre dürfte wohl darin liegen, Ostasien nicht nur als Standort des *offshoring* zur Nutzung niedriger Löhne und Gehälter zu behandeln, sondern als eigenständiges Innovationszentrum zu akzeptieren (Ernst 2006). Kooperationen mit den neuen Multinationals der Region könnten in dieser Perspektive auch mehr sein als der Ausverkauf von Innovationspotenzialen zum Billigpreis.

Literatur

- Aglietta, Michel, 1979: *A Theory of Capitalist Regulation: The U.S. Experience*. London: Verso.
- Angel, Philip D., 1994: *Restructuring for Innovation: The Remaking of the U.S. Semiconductor Industry*. New York: Guilford Press.
- Borrus, Michael, 1988: *Competing for Control: America's Stake in Microelectronics*. Cambridge, MA: Ballinger.
- Borrus, Michael/Dieter Ernst/Stephen Haggard (Hrsg.), 2000: *International Production Networks in Asia: Rivalry or Riches?* London: Routledge.
- Borrus, Michael/John Zysman, 1997: *Wintelism and the Changing Terms of Global Competition: Prototype of the Future?* BRIE Working Paper 96B. Berkeley, CA: Berkeley Roundtable on the International Economy.
- Brenner, Robert, 2002: *The Boom and the Bubble: The US in the World Economy*. London: Verso.
- Chang, Henry, et al., 1999: *Surviving the SOC Revolution: A Guide to Platform-Based Design*. Dordrecht: Kluwer.
- EETimes (Electronic Engineering Times). Manhasset, NY: CMP Media.
<www.eetimes.com>
- Ernst, Dieter, 2003: The New Mobility of Knowledge: Digital Information Systems and Global Flagship Networks. In: Robert Latham/Saskia Sassen (Hrsg.), *Digital Connections in a Connected World*. Published for the Social Science Research Council. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- , 2005: Limits to Modularity: Reflections on Recent Developments in Chip Design. In: *Industry and Innovation* 12(3), 303–335.
- , 2006: *Innovation Offshoring – Asia's Emerging Role in Global Innovation Networks*. East-West Center Special Reports, No. 10. Honolulu: East-West Center.
- Ernst, Dieter/Boy Lüthje, 2003: *Global Production Networks, Innovation, and Work: Why Chip and System Design in the IT-Industry are Moving to Asia*. East-West Center Economics Series, No. 63. Honolulu: East-West Center.
- Esser, Josef/Boy Lüthje/Ronald Noppe, 1997: *Europäische Telekommunikation im Zeitalter der Deregulierung: Infrastruktur im Umbruch*. Münster: Westfälisches Dampfboot.
- Hack, Lothar/Gerd Fleischmann, et al., 1991: *Technologieentwicklung als Institutionalisierungsprozess: Stand der Forschung, Lage der Dinge, gemeinsame Überlegungen*. Interdisziplinäre Arbeitsgruppe Technikforschung Arbeitspapier 1. Frankfurt a.M.: Johann Wolfgang Goethe-Universität.
- Henderson, Jeffrey, et al., 2002: Global Production Networks and the Analysis of Economic Development. In: *Review of International Political Economy* 9(3), 436–464.
- Huws, Ursula/Jörg Flecker (Hrsg.), 2004: *Asian Emergence: The World's Back Office?* IES Report 409. Brighton: The Institute for Employment Studies.
- Hürtgen, Stefanie/Boy Lüthje/Wilhelm Schumm/Martina Sproll, 2007: *Vom Silicon Valley nach Shenzhen. Globale Produktion und Arbeitsteilung in der IT-Industrie*. Frankfurt a.M.: Campus, im Erscheinen.
- ITRS – International Technology Roadmap for Semiconductors, Reports.
<www.itrs.net/reports.html>
- Jürgens, Ulrich/Thomas Sablowski, 2003: A New Model of Industrial Governance? Wintelism in the InfoCom Industry. In: Michael Faust/Ulrich Voskamp/Volker Wittke (Hrsg.), *European Industrial Restructuring in a Global Economy: Fragmentation and Relocation of Value Chains*.

- Göttingen: Soziologisches Forschungsinstitut Göttingen (SOFI) an der Georg-August-Universität, 221–240.
- Kuhn, Thomas, 1962: *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
- Langlois, Richard N., 2003: The Vanishing Hand: The Changing Dynamics of Industrial Capitalism. In: *Industrial and Corporate Change* 12(2), 351–385.
- Lester, Richard K./Michael J. Piore, 2004: *Innovation – the Missing Dimension*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Lüthje, Boy, 2001: *Standort Silicon Valley: Ökonomie und Politik der vernetzten Massenproduktion*. Frankfurt a.M.: Campus.
- , 2006: Global Production, Industrial Development, and New Labor Regimes in China: The Case of Electronics Contract Manufacturing. In: Mary Gallagher/Ching-Kwan Lee (Hrsg.), *China: The Labor of Reform*. London: Routledge.
- , 2007: The Rise and Fall of »Wintelism«: Manufacturing Strategies and Transnational Production Networks of U.S. Information Electronics Firms in the Pacific Rim. In: Andreas Moerke/Cornelia Storz (Hrsg.), *Competitiveness of New Industries: Institutional Framework and Learning in Information Technology in Japan, the U.S., and Germany*. London: Routledge, im Erscheinen.
- Lüthje, Boy/Wilhelm Schumm/Martina Sproll, 2002: *Contract Manufacturing: Transnationale Produktion und Industriearbeit im IT-Sektor*. Frankfurt a.M.: Campus.
- MacMillen, Don, et al., 2000: An Industrial View of Electronics Design Automation. In: *IEEE Transactions on Computer Aided Design of Integrated Circuits and Systems* 19(12), 1428–1448.
- Rowen, Chris, 2004: *Engineering the Complex SOC: Fast, Flexible Design with Configurable Processors*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Saxenian, Annalee, 1994: *Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- , 2002: Transnational Communities and the Evolution and Global Production Networks: The Cases of Taiwan, India and China. In: *Industry and Innovation* 9(3), 183–202.
- Sturgeon, Timothy J., 1997: *Turnkey Production Networks: A New American Model of Manufacturing?* Dissertation. Berkeley, CA: University of California.
- Turley, Jim, 2003: *The Essential Guide to Semiconductors*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Voskamp, Ulrich/Volker Wittke, 1994: Von »Silicon Valley« zur »virtuellen Integration«. Neue Formen der Organisation von Innovation am Beispiel der Halbleiterindustrie. In: Jörg Sydow/Arnold Windeler (Hrsg.), *Management interorganisationaler Beziehungen*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Ziebart, Wolfgang, 2005: *Einstieg in den Ausstieg aus Moore's Law? Für eine neue Sachlichkeit in der Halbleiterindustrie*. Konferenzbeitrag. 9. Handelsblatt Jahrestagung Halbleiter-Industrie am 18. Oktober 2005 in Dresden.

Der Einfluss des Internets auf die Rekonfiguration des Systems wissenschaftlichen Publizierens

Heidemarie Hanekop und Volker Wittke

1 Einleitung

Die Wirkung des Internets auf sozioökonomische Strukturen und gesellschaftlichen Wandel ist nach dem Ende der »New Economy« umstrittener als noch in den neunziger Jahren. Zwar hat die Diffusion des Internets die technische Basis der Produktion in vielen Branchen verändert und neuartige Dienstleistungen entstehen lassen, in Bezug auf damit verbundene grundlegende gesellschaftliche und ökonomische Veränderungen hat sich jedoch eher Ernüchterung breitgemacht (Dolata 2005). Statt Selbstorganisation und Partizipation wurden in vielen Bereichen die Potenziale der Internettechnologie von den ökonomisch starken Unternehmen für deren Modernisierungsstrategien adaptiert und in bestehende institutionelle Konfigurationen eingepasst. Demnach scheint es eher zweifelhaft, ob dem Internet – obgleich ein paradigmatisch neuer Techniktyp – das Wirkungspotenzial zukommt, etablierte Strukturen aufzubrechen und grundlegenden institutionellen Wandel zu provozieren. Bezogen auf die allgemeine techniksoziologische Debatte über die Wirkung technologischer Innovationen auf gesellschaftlichen und ökonomischen Wandel könnte ein solcher Befund die Annahme stützen, dass auch radikale Innovationen letztlich durch etablierte sozioökonomische Strukturen und institutionelle Arrangements geformt und determiniert werden, statt selbst sozioökonomischen und institutionellen Wandel zu provozieren (Werle 2005: 309).

Wir werden im Folgenden die Wirkung der Internettechnologie am Beispiel des wissenschaftlichen Publikationssystems diskutieren. Das wissenschaftliche Publikationssystem ist in einem Umbruch begriffen, der nicht zuletzt durch Digitalisierung und Internettechnologien ausgelöst wurde. Das Ergebnis dieses Prozesses ist allerdings noch offen. Für die Wirkung der Internettechnologien ist wichtig, dass die Handlungsrationaltäten der an wissenschaftlichen Publikationen beteiligten Akteurguppen (vor allem der Wissenschaftler und der Verlage) durch unterschiedliche Steuerungsmodi geprägt sind. Open-Access-Protagonisten aus der Wissenschaft adaptieren die Internettechnologien im Kontext der Prinzipien der akademischen Wissensproduktion; die kommerziellen Verlage

hingegen setzen das Internet ein, um ihre ökonomischen Verwertungsinteressen zu verfolgen. Die gegenläufigen Strategien dieser Akteurgruppen führen zur Herausbildung alternativer Publikationsmodelle. Diese können sich allerdings, wie wir zeigen werden, nicht unabhängig voneinander entfalten, sondern treten (zunächst) in spezifischer Weise nebeneinander. Somit werden bestehende ökonomische Strukturen nicht radikal umgewälzt, sondern es wird ein inkrementeller Veränderungsprozess in Gang gesetzt, in dem internetbasierte Innovationen immer wieder ihre Wirkung entfalten können. Die an dem Prozess beteiligten Akteurgruppen folgen bei der Adoption der Internettechnologien zwar den Handlungsrationitäten ihres jeweiligen institutionellen Kontextes (wissenschaftliche Normen versus ökonomische Verwertungsprinzipien), reproduzieren dadurch aber gerade nicht die bestehenden Strukturen, sondern verändern im Ergebnis des Prozesses die Ausgangsstrukturen. Diese veränderten Strukturen stellen die Grundlage für eine Veränderung der Akteurkonstellation im wissenschaftlichen Publikationssystem dar, die – gewissermaßen in einem zweiten Schritt – weitreichende Auswirkungen auf das institutionelle Gefüge haben könnte. Damit könnte das Internet am Ende doch den entscheidenden Anstoß zu einer Rekonfiguration des Systems wissenschaftlichen Publizierens geben.

Im Folgenden charakterisieren wir zunächst die bisherige ökonomische Struktur und das institutionelle Setting des wissenschaftlichen Publikationssystems (2). Bereits seit den neunziger Jahren und unabhängig vom Internet ist es durch innere Spannungen gekennzeichnet, die in der sogenannten Zeitschriftenkrise aufbrechen (3) und mit der Open-Access-Bewegung eine Reaktion innerhalb des Wissenschaftssystems provozieren. Im Anschluss daran beschreiben wir die daraus resultierenden alternativen Open-Access-Publikationsmodelle (4) sowie die Internetstrategien der großen kommerziellen Verlage, mit denen diese auf die Herausforderungen reagieren (5). Schließlich gehen wir auf die sich gegenwärtig abzeichnende Veränderung der Akteurkonstellation ein (6), bevor wir die Veränderungen abschließend bilanzieren.

2 Das traditionelle Publikationsmodell

Das traditionelle Modell des wissenschaftlichen Publizierens basiert auf einem komplexen institutionellen Arrangement, das den Normen und Regeln des Wissenschaftssystems entspricht, zugleich aber die ökonomische Verwertung wissenschaftlichen Wissens ermöglicht. Anders formuliert: Wissenschaftliches Wissen wird von den Wissenschaftlern als öffentliches Gut produziert; im von den Verlagen nach Prinzipien ökonomischer Verwertung organisierten Distri-

butionsprozess nimmt es hingegen Warenform an. Diese *Kombination eigentlich konträrer Steuerungsprinzipien* war zumindest für das 20. Jahrhundert relativ stabil. Sie basiert, so unser Ausgangsargument, auf der Komplementarität der Funktionen wissenschaftlicher Publikationen für das Wissenschaftssystem einerseits und ihrer ökonomischen Verwertbarkeit durch die Verlage andererseits. Die Akteure (inter-)agieren in diesem Publikationsmodell in einem komplizierten Arrangement gegenseitiger Abhängigkeit, die im Kern darauf basiert, dass die Funktionen wissenschaftlicher Publikationen durch die Verlage im Interesse der Wissenschaft erfüllt werden, obwohl beziehungsweise gerade indem die Verlage ihre Verwertungsinteressen verfolgen. Diese erstellen Publikationen nach den Regeln der Wissenschaft und in enger Koordination mit Wissenschaftlern; dass dabei eine Ware entsteht, ist, wie wir noch zeigen werden, offenbar unter bestimmten Bedingungen kein Hinderungsgrund.

2.1 Die wissenschaftliche Publikation aus der Perspektive der Wissenschaft

Die Produktion wissenschaftlichen Wissens ist ein kollektiver Prozess, dessen Akteure in ihrem Handeln von den Normen der Universalität, Kollektivität, Uneigennützigkeit und dem Prinzip des organisierten Skeptizismus geprägt werden (Merton 1985: 86ff.). Die Wirksamkeit dieser Normen spiegelt sich in den Funktionen der wissenschaftlichen Publikation wider. Wissenschaftliche Publikationen erfüllen vier Funktionen: Die Verbreitung neuen wissenschaftlichen Wissens, dessen Auswahl und Qualitätszertifizierung (Peer Review), seine Auffindbarkeit, sowie schließlich die Verteilung von wissenschaftlicher Anerkennung (Reputation). Diese Funktionen sind für Autoren, Leser, Forschungseinrichtungen und Forschungsförderung in unterschiedlicher Weise wichtig. Sie bilden in der Welt der Printpublikationen eine Einheit, die allerdings, wie wir später zeigen, bei wissenschaftlichen Publikationen im Internet auseinanderbricht.

Publikationen dienen in der Wissenschaft dazu, neue Erkenntnisse in der Scientific Community schnell zu *verbreiten*, um damit die für die wissenschaftliche Anerkennung entscheidenden »Erstgeburtsrechte« geltend machen zu können. Damit können zugleich andere diese Ergebnisse für den Prozess der Wissensproduktion verwenden. Konstitutiv für die Produktion wissenschaftlichen Wissens und Grundlage ihrer Produktivität ist gerade nicht die private Aneignung und Verwertung, sondern die uneigennützigte Weitergabe in der Scientific Community. Nur indem der Wissenschaftler seine Erkenntnisse durch Veröffentlichung aus der Hand gibt, kann er dafür im Wissenschaftssystem eine Honorierung in Form wissenschaftlicher Anerkennung erwarten. Dem entspricht ein Anreizsystem zur Produktion neuen Wissens, dessen Währung nicht Geld ist,

sondern wissenschaftliche Reputation. Sie ist die »Währung«, mittels derer im Wissenschaftssystem Status und Ressourcen verteilt werden.

Durch die Publikation wird das neue Wissen Teil des allgemeinen Wissensbestands. Mit der gedruckten Form eng verknüpft ist der inhaltliche Zugang für den Leser. Dieser wurde durch Bibliotheken unterstützt, die neben dem Sammeln und Bewahren auch das Sortieren, Bündeln und Erschließen der stetig wachsenden Wissensbestände übernahmen. Dennoch blieb die wissenschaftliche Recherche, also das Suchen und Sichten, Aufgabe des Wissenschaftlers (als Leser). Journale sind in vielen Wissenschaftsdisziplinen, insbesondere in den dynamisch wachsenden STM-Disziplinen (Science, Technology, Medizin), die Publikationsform, die in besonders effizienter Weise die Suche nach relevantem Wissen in der jeweiligen Fachdisziplin ermöglicht hat. Denn hier werden die neuesten Ergebnisse in komprimierter Form präsentiert. Bereits vor der Publikation erfolgt eine wissenschaftlich fundierte Auswahl, Qualitätsprüfung und thematisch-fachliche Bündelung – und dies in zuverlässiger periodischer Folge.

Reputation entsteht dadurch, dass publizierte Ergebnisse wissenschaftlicher Arbeit von anderen Wissenschaftlern verwendet werden und diese Verwendung in Form von Zitaten als formalisierte Anerkennung der Vorleistung zum Ausdruck kommt. Wer viel zitiert wird, erlangt hohe Reputation. Prinzipiell sollte jeder neue wissenschaftliche Befund die gleiche Chance haben gefunden und rezipiert zu werden. Tatsächlich orientiert sich die Aufmerksamkeit der Leser in dem ständig wachsenden Angebot neuer Ergebnisse am Renommee von Autoren, Herausgebern und Journalen. Letztere sind in den meisten Fachdisziplinen – vor allen in den STM-Disziplinen – eine wichtige Institution zur Verteilung wissenschaftlicher Reputation. Darüber hinaus etablierte sich seit Ende des 19. Jahrhunderts eine Hierarchie innerhalb der wissenschaftlichen Journale, die darauf beruht, dass die Chance, von anderen Wissenschaftlern rezipiert und zitiert zu werden, nicht über alle Zeitschriften hinweg gleich verteilt ist. Es gibt viel gelesene und weniger gelesene Journale. Diese Hierarchie hat gleichzeitig eine Anreiz- und Steuerungsfunktion für Wissenschaftler als Autoren: Man bemüht sich darum, möglichst dort zu veröffentlichen, wo man gute Chancen hat, rezipiert (und zitiert) zu werden.

Mit dem dynamischen Wachstum der Wissensproduktion und der damit einhergehenden Ausdifferenzierung in immer speziellere Fachdisziplinen (Solla-Price 1974) wuchsen die Anforderungen an die wissenschaftsinternen Steuerungsmechanismen. Um trotz einer unüberschaubar wachsenden Zahl an Publikationen wissenschaftliche Reputation messbar und damit einer objektiven Überprüfung zugänglich zu machen, werden seit Mitte des 20. Jahrhunderts quantifizierende Verfahren zur Zitationsanalyse eingesetzt. Grundlage dieser Indikatoren ist das Zitat in einer Publikation, vorzugsweise in einem Journal.

Die Verteilung von Reputation wird durch quantifizierende Indikatoren in spezifischer Weise institutionalisiert (Weingart 2003). Auf Basis der Journale hat sich ein System von quantitativen Indikatoren etabliert (Zitationsindex, Impact-Faktor) und es ist eine eigene wissenschaftliche Subdisziplin, die Bibliometrie, entstanden. Die Hierarchie der Journale wird hierdurch zum Maßstab der Reputationsverteilung, umgekehrt verstärkt der Impact-Faktor die Anreiz- und Steuerungsfunktion. Innerhalb der Wissenschaft zählt bei Evaluationen, Berufungsverfahren usw. nicht nur, wie viel publiziert wurde, sondern welchen Impact-Faktor die Journale haben, in denen publiziert wurde. Für Autoren bietet der Impact-Faktor einen einschätzbaren Indikator für die von einer Veröffentlichung zu erwartende Reputation, und zwar unabhängig davon, wie oft der konkrete Aufsatz zukünftig zitiert wird. Die Verlage nutzen dies für ihre Verwertungsinteressen (siehe unten). Die Institutionalisierung der Reputationsverteilung ist allerdings in den Fachdisziplinen recht unterschiedlich. Die oben skizzierten Mechanismen spielen vor allem in den schnell wachsenden STM-Disziplinen mit ihrem enormen Publikationsdruck (*publish or perish*) eine zentrale Rolle. In den Geisteswissenschaften sind sie weniger ausgeprägt; hier haben Monografien einen wesentlichen Anteil an den Publikationen (DFG-Studie 2005).

2.2 Die wissenschaftliche Publikation aus der Perspektive der Verlage

Verlage instrumentalisieren die Funktion der Publikation im Wissenschaftssystem für ihre Verwertungsinteressen. Die Komplementarität ökonomischer Verwertungsinteressen einerseits und normativ fundierter Interessen der Wissenschaftler andererseits konstituiert eine besondere Form der Interdependenz im traditionellen Publikationsmodell, in der Wissenschaftler als Autoren, Gutacher und Herausgeber ihre Leistung unentgeltlich erbringen. Darüber hinaus bieten den kommerziellen Verlagen der ungestüm wachsende Output des Wissenschaftssystems und die Ausdifferenzierung der Fachdisziplinen seit Mitte des letzten Jahrhunderts vielfältige Chancen zur Erschließung neuer Märkte. Die Warenform der Publikationen führt hier aus mehreren Gründen nicht zu offenen Konflikten. Zum einen werden die Verwertungsinteressen über die Ausweitung der Märkte, das heißt über neue Journale, und nicht so sehr über den Preis befriedigt. Zum anderen sind wesentliche Anteile der wissenschaftlichen Verlage nicht kommerziell organisiert, und zwar durch nicht kommerzielle Dienstleister von Forschungseinrichtungen oder wissenschaftlichen Fachgesellschaften.¹

¹ Dies gilt insbesondere für den angelsächsischen Sprachraum, in dem kommerzielle Verlage erst nach dem Zweiten Weltkrieg (mit der Auswanderung deutschsprachiger Wissenschaftler) größere Bedeutung erlangten.

Schließlich sind selbst die kommerziellen Verlage weitgehend mittelständisch und in ihrem Selbstverständnis als Verleger den von ihnen betreuten wissenschaftlichen Gemeinschaften verpflichtet.

Allerdings behandeln kommerzielle Verlage nicht alles Wissen gleich, sondern sie tun etwas mit dem Wissen, um die Verwertungschancen ihrer Journale zu verbessern. Dabei nutzen Verlage die Unterschiede, die das Wissenschaftssystem selbst macht, zum Beispiel die Hierarchie der Journale, um ihre Journale in der Hierarchie zu platzieren. Eine Möglichkeit ist die Platzierung und Ausrichtung ihrer Journale, eine andere die Beeinflussung der Art und Weise, wie Reputation mittels quantitativer Indikatoren gemessen wird. Insofern haben die Verwertungsinteressen der Verlage eine Wirkung auf die Verteilungsmechanismen von Reputation im Wissenschaftssystem.

2.3 Die Achillesferse des traditionellen Publikationsmodells: Dekommodifizierung durch die Bibliotheken

Der uneingeschränkte Zugang der Wissenschaftler zu wissenschaftlichen Veröffentlichungen, der für die Funktionsweise des Wissenschaftssystems unerlässlich ist, wäre bedroht, wenn er von der Zahlungsfähigkeit der Wissenschaftler abhinge – anders formuliert: wenn Publikationen ihre Warenform behielten. Dies ist allerdings nicht der Fall. Denn die wissenschaftlichen Bibliotheken, die eigentlich für das Sammeln, Erschließen und Archivieren zuständig sind, haben zugleich die Rolle eines institutionellen Nachfragers nach wissenschaftlichen Publikationen übernommen. Im Auftrag von Universitäten und Forschungseinrichtungen kaufen sie Publikationen stellvertretend für »ihre« Wissenschaftler und stellen den Zugang kostenfrei zur Verfügung. Aus der Perspektive des Wissenschaftssystems dekommodifizieren die Bibliotheken damit wissenschaftliches Wissen. Wissenschaftler, Universitäten und Forschungsinstitute haben die Erwartung, dass die Bibliotheken als institutionelle Nachfrager alle relevanten Publikationen verfügbar machen – ohne Rücksicht auf den Marktpreis des jeweiligen Journals. Aus dieser Rolle entsteht freilich eine spezifische Problematik, da Bibliotheken nur begrenzt preissensitiv reagieren. Dies hat kommerziellen Verlagen in den letzten Jahren die Möglichkeit geboten, auf dem Zeitschriftenmarkt hohe Preissteigerungen durchzusetzen. Die Folge ist ein Rückgang der preissensitiven, *individuellen* Nachfrage von Wissenschaftlern zugunsten der *institutionellen* Nachfrage durch Bibliotheken, was die Gewichte weiter zuungunsten der Wissenschaft verschiebt. Dieser Effekt ist durch die Konzentration von Marktmacht bei einigen wenigen großen Verlagen zusätzlich verstärkt worden.

3 Wachsende Spannungen zwischen Wissenschaft und kommerziellen Verlagen

Solange die Verlage mit ihren Profiten »im Rahmen« blieben oder diese Profite dem Wissenschaftssystem selbst wieder zugute kamen (wie im Fall der University Press), war das traditionelle Publikationsmodell aus der Perspektive der Wissenschaft akzeptierbar. Seit den neunziger Jahren haben nun die Strategien großer kommerzieller Verlage diese Erwartung der Wissenschaft an die Zurückhaltung der Verlage bei der Durchsetzung ihrer Verwertungsinteressen massiv verletzt. Angesichts der nur begrenzt wachsenden Etats in der Wissenschaft verärgern hohe Zeitschriftenpreise und Profitraten viele Akteure in der Wissenschaft: die Bibliotheken, denen es zunehmend schwerer fällt, ihre Rolle des »Dekommodifiziers« zu spielen; die Wissenschaftler, die als Leser in ihrem Zugang zu neuen wissenschaftlichen Publikationen eingeschränkt werden und die als Autoren nicht zur Profitmaximierung der Verlage benutzt werden wollen; nicht zuletzt die Wissenschaftsorganisationen, die nicht hinnehmen wollen, dass sie für wissenschaftliches Wissen zweimal zahlen sollen – einmal für die Produktion, ein zweites Mal für die Dekommodifizierung.

Schon seit den siebziger Jahren liegen die Preissteigerungen wissenschaftlicher Journale erheblich über der allgemeinen Preissteigerungsrate. Tenopier und King (2002: 277) ermittelten für den Zeitraum von 1975 bis 1995 für die USA inflationsbereinigte Preissteigerungen von 260 Prozent. Sie weisen nach, dass die Steigerungsraten der kommerziellen Verlage (310 Prozent) über denen der Verlage von Fachgesellschaften (290 Prozent) und wissenschaftlichen Einrichtungen, in den USA insbesondere Universitätsverlage (190 Prozent), lagen. Trotz Digitalisierung und IT-basierter Verbreitungsmöglichkeiten haben sich nach 1995 die Preise nochmals verdoppelt. Die Universitätsbibliothek Regensburg errechnet für die von ihr abonnierten 137 wichtigen Elsevier-Zeitschriften zwischen 1995 und 2004 Preissteigerungen von 200 Prozent;² vergleichbare Preissteigerungen lassen sich für die STM-Disziplinen insgesamt nachweisen. Die großen kommerziellen Verlage nutzen dabei die innerhalb des Wissenschaftssystems produzierten Mechanismen der Reputationsverteilung und die Hierarchie der Journale für ihre Profitsteigerung. Journale mit hohem Impact-Faktor bieten den Verlagen die Möglichkeit, gerade bei den Zeitschriften, die im Wissenschaftssystem unentbehrlich sind, die Preisschraube anzuziehen. Nicht zufällig bereiten dem Wissenschaftssystem überproportionale Preissteigerungen bei Journalen im STM-Bereich, in dem bekanntlich die Bedeutung der Impact-Faktoren für die wissenschaftsinterne Reputationsverteilung besonders groß ist,

2 Vgl. <www.bibliothek.uni-regensburg.de/pdf/krise.pdf>.

besondere Probleme. Konzentrationsprozesse in der Verlagsbranche und die zunehmende Shareholder-Value-Orientierung der großen kommerziellen Verlage haben die Situation seit den neunziger Jahren zugespitzt. Noch 1980 entfiel auf die zehn größten wissenschaftlichen Verlage weltweit ein Marktanteil von circa 25 Prozent (Duke 1985: 168). Mittlerweile beherrschen einige große Verlage den Markt für wissenschaftliche Journale. Allein Elsevier verfügt 2002 über einen Marktanteil von 25 Prozent (EPS Market Monitor 2003: 59); die zehn größten kommerziellen Verlage beherrschen zusammen zwei Drittel des Marktes. Diese großen, zumeist börsennotierten Konzerne haben aus dem wissenschaftlichen Publizieren ein Geschäftsmodell mit zum Teil überdurchschnittlichen Profitraten gemacht.

Die Folgen für die Versorgung der Wissenschaftler lassen sich an Daten der Universitätsbibliothek Regensburg veranschaulichen: Trotz einer Zunahme der Zahl wissenschaftlicher Journale insbesondere in den dynamisch wachsenden Disziplinen mussten 2004 Lizenzen für Zeitschriften im Umfang von über 20 Prozent des Gesamtbestandes von 1995 abbestellt werden. Noch stärker betroffen ist die Anschaffung von Monografien: 2004 wurden über 60 Prozent weniger angeschafft als noch 1994, dabei sind die Geisteswissenschaften besonders hart betroffen. Diese Entwicklungen im System wissenschaftlichen Publizierens werden seit den neunziger Jahren als »Zeitschriftenkrise« thematisiert. In unserem Verständnis bedeutet die Zeitschriftenkrise, dass die herkömmliche komplementäre Interdependenz zwischen Wissenschaft und Verlagen an ihrer Achillesverse – der Rolle der Bibliotheken bei der Dekommodifizierung – aufzubrechen droht. Im Zentrum steht die scheinbar unaufhaltsame Spirale aus Preissteigerungen, sinkenden Subskriptionszahlen und stetig wachsendem Output wissenschaftlicher Ergebnisse. Damit verschlechtert sich der Zugang der Wissenschaftler zu aktuellen wissenschaftlichen Publikationen – trotz oder gerade wegen der dynamisch wachsenden Wissensproduktion. Er wird ausgerechnet in einer Situation zum Problem, in der die wissenschaftliche Kommunikation durch weltweite Vernetzung, fortschreitende Spezialisierung und wachsende Anforderungen an den Wissenstransfer zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft (Gibbons 1994; Nowotny et al. 2001) immer wichtiger wird und gleichzeitig Digitalisierung und Internet effizientere Produktions- und Verbreitungsmöglichkeiten bieten.

4 Open Access als alternatives Publikationsmodell

Die Open-Access-Bewegung kann als eine Reaktion innerhalb der Wissenschaft verstanden werden, mit der Teile derselben auf die – aus Sicht der Open-Access-Vertreter – überschießende Wertschöpfung kommerzieller Verlage reagieren (Nentwich 2001). Eine Triebfeder für die Entwicklung der neuen Publikationsformen ist das Internet. Kernelement des Open-Access-Modells ist die Re-Integration des Publikationsprozesses (beziehungsweise von Teilen desselben) in die Wissenschaft, mit der diese sich mittels alternativer Zugangs- und Verbreitungswege ein Stück weit aus der Abhängigkeit von übermächtig gewordenen Verlagen zu befreien sucht. Neben der Sicherstellung des ungehinderten Zugangs geht es den Open-Access-Initiativen auch darum, die Position der Wissenschaft gegenüber den Verlagen zu stärken. Dabei entspricht die neue Forderung nach Open Access³ durchaus den Normen des Wissenschaftssystems und den traditionellen Handlungsrationitäten der Wissenschaftler, wonach neues Wissen in einem kollektiven Prozess und als öffentliches Gut produziert wird. Dies erklärt die prinzipielle Zustimmung zur Idee von Open Access in der Wissenschaft (DFG-Studie 2005).

In diesem Spannungsfeld wirkt das Internet als *enabling technology*. Der aktive Kern der Open-Access-Bewegung nutzt die Möglichkeiten der Internet-technologie, um wissenschaftliches Publizieren in das Wissenschaftssystem zu re-integrieren und gleichzeitig besser, schneller, effizienter und kostengünstiger zu organisieren. Es geht also gerade nicht darum, den bisherigen Publikationsprozess in Eigenregie der Wissenschaftler zu überführen, sondern ihn mit Hilfe der Internet-technologie zu *verändern*, das heißt, als kollektiven Prozess zu (re-)organisieren, zu verschlanken und effizienter zu gestalten, sodass er durch Wissenschaftler oder in deren Auftrag durch nicht profitorientierte Akteure übernommen werden kann. Das Open-Access-Publikationsmodell ist auf Internetpublikationen ausgerichtet. Die Form der Publikation (zum Beispiel Formate, Periodizität, Erstellung), die Organisation der technischen Plattform (Hard- und Software, Protokolle, Schnittstellen) und die Zugangsmöglichkeiten (Suchen und Finden) bauen auf dem Einsatz und der Weiterentwicklung der neuen technischen Optionen auf.

Für Open-Access-Publikationen ist ein spezifischer Technologie-Entwicklungspfad konstitutiv: nicht proprietäre, offene Standards, verteilte Datenarchive, weltweite Vernetzung und frei verfügbare Software (Open Source). Die Open-Access-Protagonisten können sich dabei auf vergleichbare Entwicklungen in

³ Zum Beispiel *Berlin Declaration on Open Access to Knowledge in the Sciences and Humanities*, Oktober 2003 <www.mpg.de/pdf/openaccess/BerlinDeclaration_en.pdf>.

anderen Bereichen des Internet stützen. Sie stärken das Prinzip der kollektiven Selbstorganisation, erleichtern die weltweite Kooperation und den Austausch unter den Wissenschaftlern. Gleichzeitig knüpfen Open-Access-Publikationsformen an etablierte Formen der Wissenschaftskommunikation in einzelnen Fachdisziplinen an, zum Beispiel an die Preprint-Tradition in der Physik.

Die Open-Access-Bewegung umfasst unterschiedliche Publikationsmodelle und Akteure. Sie ist aus ihrem grasroot-förmigen Ursprung im Kontext einiger Fachdisziplinen heraus gewachsen und wird nun auch von wissenschaftlichen Organisationen, Forschungseinrichtungen (zum Beispiel der Max-Planck-Gesellschaft) und Organisationen der Forschungsförderung unterstützt (siehe *Berlin Declaration* und die Folgekonferenzen⁴).

4.1 Versionen des Open-Access-Publikationsmodells

Es wird zwischen zwei Varianten unterschieden: Der sogenannten *green road*, bei der die Autoren selbst ihre Veröffentlichungen in ein Internetarchiv einstellen (Self-Archiving). Hierzu zählen vor allem die in der Regel fachspezifischen Pre- und Postprint-Archive (zum Beispiel arXiv), Archive oder Webseiten von Forschungseinrichtungen (zum Beispiel von CERN, MIT, MPG) sowie Homepages der Autoren selbst. Die zweite Variante – die sogenannte *gold road* – sucht Open-Access-Journale als Alternative zu den traditionellen Journalen der Verlage zu etablieren, indem sie Funktionen von Journalen in das Open-Access-Modell transformieren.

Self-Archiving ist in gewisser Weise die subversive Open-Access-Variante, da sie das traditionelle Publikationsmodell der Verlage nicht offen infrage stellt. Self-Archiving-Plattformen positionieren sich *neben* dem traditionellen Publikationsmodell der Verlage, ohne den Anspruch, deren Funktionen komplett übernehmen zu wollen. Ihre Funktion konzentriert sich auf den uneingeschränkten weltweiten Zugang über das Internet. Open-Access-Archive sind gerade nicht an die traditionelle Organisationsform von Journalen gebunden, sondern ermöglichen die Suche anhand von bibliografischen Begriffen wie auch im Volltext. Die Infrastruktur und vielfach auch die Betreiberfunktionen sind häufig bei Bibliotheken oder speziellen (IT-)Abteilungen von Forschungseinrichtungen angesiedelt, die damit auch die Last der Finanzierung tragen. Self-Archiving-Archive haben in einigen Fachdisziplinen wie zum Beispiel in Teildisziplinen der Physik, Mathematik und Informatik ein Publikationsmodell etablieren können, das parallel zum Publikationsmodell von Journalen Alternativen zur Verbreitungs- und Recherchefunktion bietet. So ist arXiv, das bedeutendste Self-Archiv

4 *Berlin Declaration*: Fn. 2; Berlin IV: <<http://berlin4.aei.mpg.de/index.html>>.

für viele Wissenschaftler in der Hochenergie- und Astrophysik, der vorrangige Such- und Zugangsweg zu neuen Aufsätzen von Kollegen. Nahezu alle Aufsätze der einschlägigen Journale sind dort als Preprint beziehungsweise Postprint verfügbar. Damit bietet arXiv umfassende Suchfunktionen für relevante Teile des Wissensbestandes dieser Disziplinen. Das Institute of Physics Publishing, das in der Physik im Auftrag einer Fachgesellschaft etablierte Journale verlegt, berichtet, dass die Aufsätze ihrer Journale vorwiegend über das arXiv gelesen werden, Wissenschaftler als Autoren aber weiterhin in den Journalen publizieren und diese auch als Zitationsquelle benutzen (Haynes 2005).

Die Funktion der Qualitätszertifizierung und der formalisierten wissenschaftlichen Anerkennung bleibt also bei der *green road* weiterhin Aufgabe der Journale. Offen ist allerdings, ob sich dies auf mittlere oder längere Sicht verändern wird. Im Fall der Physik spricht einiges für eine stabile Koexistenz von Open-Access-Archiven und Journalen. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass Bibliotheken die Journale weiterhin abonnieren, auch wenn Wissenschaftler den lizenzierten Zugangsweg über die Bibliothek nicht benutzen, sondern stattdessen im Archiv suchen. Zweitens ist offen, ob sich Self-Archiving in allen Fachdisziplinen durchsetzt oder ob dieses Modell auf Disziplinen mit spezifischen Publikationskulturen beschränkt bleibt. Eigene Sekundäranalysen einer repräsentativen Wissenschaftlerbefragung der DFG (DFG 2005) zeigen, dass die Self-Archiving-Formen entscheidend durch disziplinspezifische Formen der Wissenschaftskommunikation geprägt sind. Preprints konzentrieren sich in der Physik und Mathematik.⁵ In der Informatik und einigen technischen Disziplinen dominieren Postprints von Proceedings und Konferenzbeiträgen (64 Prozent). In den Sozial-, Wirtschafts- und Verhaltenswissenschaften werden vorwiegend Postprints von Aufsätzen archiviert, wobei neben fachspezifischen Archiven vor allem Homepages von Autoren beziehungsweise Forschungseinrichtungen an Bedeutung gewinnen.

Neben fachspezifischen Archiven gibt es noch die sogenannten »Repositories«. Dies sind Archive institutioneller Betreiber, in der Regel Universitäten oder andere disziplinübergreifende Forschungsorganisationen. Ihr Problem ist allerdings, dass Autoren bisher wenig Anreiz zur Archivierung ihrer Aufsätze in solchen einrichtungsbezogenen Archiven haben. Denn sie sind – von wenigen Ausnahmen (zum Beispiel Cern, MIT oder ähnlich renommierten Einrichtungen) abgesehen – nicht Kristallisationspunkte der fachspezifischen Kommunikation und genießen demgemäß auch meist wenig Aufmerksamkeit. Autoren legen ihre Aufsätze daher lieber auf der eigenen Homepage ab, wo

5 Etwa 60 Prozent der befragten DFG-Wissenschaftler in Physik und Mathematik veröffentlichen Preprints, in anderen Disziplinen sind es unter 10 bis maximal 15 Prozent.

sie zumindest von dem engeren Kollegenkreis gefunden werden (DFG-Studie 2005, eigene Auswertung). Ob Autoren durch »ihre« Forschungseinrichtung zum Self-Archiving im Repository ihrer Einrichtung verpflichtet werden sollen, wird kontrovers diskutiert.

Open-Access-Journale sind als explizites Gegenmodell zu den etablierten Journalen der Verlage konzipiert. Sie werden nicht als Ware gehandelt, sondern sind für Leser weltweit und kostenfrei über das Web zugänglich. Um in der Konkurrenz mit Journalen der Verlage bestehen zu können, bemühen sie sich darum, alle Funktionen klassischer Journale zu erfüllen. Das heißt: Neben dem kostenfreien Zugang über das Web bedienen sie auch die Funktionen der Qualitätszertifizierung (mittels Peer Review) und der Vermittlung wissenschaftlicher Anerkennung per Zitationsindex und Impact-Faktor.

Sie erfüllen alle Funktionen eines Journals, also prinzipiell auch die Vermittlung wissenschaftlicher Reputation. Sie verfügen über ein wissenschaftliches Herausbergremium und führen Peer Reviews durch. Einige Open-Access-Journale nutzen auch beim Peer Review die neuen technischen Möglichkeiten, um den Begutachtungsprozess zu beschleunigen, transparenter zu machen und durch öffentliche Foren für Diskussionen zu öffnen. Der Produktionsprozess von Open-Access-Journalen ist konsequent internetbasiert und auf Effizienz optimiert, um für Wissenschaftler auch ohne Verlage finanzierbar zu sein. Bekannte Open-Access-Journale argumentieren, dass ihre *page charges* um ein Vielfaches unter denen der kommerziellen Verlage liegen. Die Finanzierung wird durch die Wissenschaft, also durch Autoren, Forschungseinrichtungen oder die Forschungsförderung gewährleistet. *Author pays*⁶ ist das wichtigste Finanzierungsmodell für Open-Access-Journale. In der Praxis trägt häufig die Forschungseinrichtung des Autors die *author fee* oder sie wird durch die Forschungsförderung übernommen. Mit den operativen Aufgaben werden zunehmend professionelle Not-for-Profit-Publisher (zum Beispiel PLOS, Copernicus) beauftragt.

Der kritische Punkt dieses Publikationsmodells ist, ob es Open-Access-Journalen gelingt, in die bestehende Hierarchie wissenschaftlicher Journale vorzudringen. Denn in den meisten Fällen haben Open-Access-Journale das

6 Im Finanzierungsmodell *author pays* wird die bisherige Wertschöpfung insofern auf den Kopf gestellt, als nicht mehr der Leser für die Ware bezahlt, sondern der Autor für die Dienstleistung des Open-Access-Publishers. Konsens unter den nicht profitorientierten Open-Access-Publishern ist, dass nur Kosten für ausgewiesene Leistungen in Anschlag gebracht werden. Zudem enthält die *author fee* keine Verbreitungskosten. Allerdings haben Befragungen und Erfahrungen gezeigt, dass die Bereitschaft von Autoren, für die Veröffentlichung zu zahlen, gering ist (DFG-Studie 2005). Aus unserer Sicht spricht viel dafür, dass dieses Finanzierungsmodell erst dann funktioniert, wenn geklärt ist, dass die *author fee* von Forschungseinrichtungen beziehungsweise der Forschungsförderung übernommen wird.

klassische Newcomer-Problem: Sie müssen sich zunächst in einer Scientific Community etablieren. Betrachtet man die bisher bereits erfolgreichen Open-Access-Journale, so eignen sich dafür zwei Wege: Entweder wird das Journal durch eine wissenschaftliche Fachgesellschaft initiiert, die es zu ihrem Organ macht, oder aber renommierte Wissenschaftler fungieren als Herausgeber. Das Renommee der Fachgesellschaft oder des Herausbergremiums ist wichtig, um dem Journal und damit den dort publizierenden Autoren Aufmerksamkeit und wissenschaftliche Anerkennung zu verschaffen. Die (wenigen) Open-Access-Journale, die bereits im ISI-Index gelistet sind und vorzeigbare Impact-Faktoren erzielen, stützen sich auf Herausgeber, die in der jeweiligen Scientific Community über Renommee und Einfluss verfügen (am besten Nobelpreisträger). Open-Access-Journale sind in der Regel eng in die jeweilige Scientific Community eingebunden und nutzen diesen Vorteil, um relevante Beiträge von Autoren zu bekommen. Open Access etabliert sich zusehends als adäquates Modell, um neue Journale mit vergleichsweise niedrigen Einstiegskosten aus einer wissenschaftlichen Community heraus zu gründen.

5 Die Modernisierung des traditionellen Publikationsmodells der Verlage

Die Strategie der großen kommerziellen Verlage ist darauf ausgerichtet, ihnen auch zukünftig – und das heißt auch im Internet – Verwertungschancen mit wissenschaftlichen Publikationen zu sichern. Auch wissenschaftliche Verlage antizipieren frühzeitig das Potenzial der Internettechnologie. Allerdings stellen sich die Potenziale der neuen Technologien aus ihrer Sicht durchaus widersprüchlich dar: Einerseits sind sie eine Bedrohung ihrer bisherigen Rolle, die wesentlich an der materiellen Printform der Publikation und deren Vervielfältigung und Verteilung hängt. Internettechnologien machen Aufgaben obsolet, die für Verlage konstitutiv waren (Packaging, Layout, Reproduktion, Vervielfältigung, Distribution). Daraus haben die großen Verlage auf dem Polster hoher Profitraten eine Vorwärtsstrategie entwickelt. Wichtig für unser Argument ist, dass sie zwar die Internettechnologie adaptieren und aktiv Technikentwicklung betreiben, dies aber im Kontext ihrer an den Regeln des marktwirtschaftlichen Verwertungsprozesses ausgerichteten Handlungsrationaltäten tun. Deswegen unterscheiden sich ihre Publikationsplattformen im Internet wesentlich von denen der Akteure aus der Wissenschaft.

Die grundlegende Modernisierungsstrategie der Verlage besteht darin, die bisherige Zeitschriftenstruktur hinsichtlich der Bündelungsprinzipien, des

Umfangs und der Erscheinungsweise beizubehalten und zusätzlich ins Web zu migrieren. Die Printversion bleibt meist bestehen und wird durch eine nahezu identische Onlineversion ergänzt. Auch die Funktionen in Bezug auf die Verbreitung, Qualitätssicherung und die Vermittlung von wissenschaftlicher Anerkennung werden weiterhin in der gewohnten Weise erfüllt.

Dies ermöglicht es den großen Verlagen, die traditionellen subscriptionsbasierten Geschäftsmodelle auf die internetbasierten Publikationsplattformen (Datenbanken) zu übertragen und trotz internetbasierter Verbreitung die Preise zu erhöhen, zum Beispiel über doppelte Lizenzen für Print- und Onlineausgabe. Der Zugang zu den verlagseigenen Datenbanken ist an den Kauf von Lizenzen gebunden, die in der Regel wiederum von den Bibliotheken erworben werden (müssen). Die alten Marktbeziehungen werden – so die Strategie der Verlage – auf der neuen technischen Basis reproduziert. Die Verlage schaffen es sogar, gegenüber den Bibliotheken Preismodelle durchzusetzen, bei denen diese beide Versionen kaufen und dabei einen Mehrpreis für das Bundle zahlen.⁷

Die Strategie der Verlage zielt darauf ab, mit neuen Services Alleinstellungsmerkmale ihrer Publikationsplattformen im Internet zu erzielen. Dieses Ziel prägt den technologischen Entwicklungspfad. Kennzeichnend sind umfangreiche, geschlossene Datenbanken, proprietäre Schnittstellen und Protokolle. Selbstverständlich ist die Software nicht frei verfügbar, ebenso wenig wie die wenigen verlagsübergreifenden Schnittstellen (zum Beispiel DOI). Der Zugang zu den Volltexten ist kostenpflichtig.

Darüber hinaus nutzen die Verlage die neuen technischen Optionen, um zukünftige Aufgabenfelder zu erschließen und ihre Rolle zu erweitern: Durch die Reorganisation des Zugangs, durch neue Services für die Recherche mittels Suchmaschinen und Querverlinkung von Referenzen sowie neue Verfahren der Zitationsanalyse und Impact-Messung. Datenbankgestützte Such- und Recherchefunktionen erlauben – wie im Open-Access-Modell – das Durchsuchen eines Pools von Journalen nach Titeln und Autoren sowie im Volltext. Je größer die verlagseigene Datenbasis, umso attraktiver sind diese Tools für Wissenschaftler. Die Entwicklung der globalen, *verlagsübergreifenden* Datenbank und Suchmaschine Scopus durch Elsevier ist Ergebnis dieser Strategie. Eine wichtige Innovation der Verlage ist die Verlinkung von Zitaten beziehungsweise Referenzen der Autoren. Diese sind nicht mehr an die materielle Form des Heftes oder des Journals gebunden. Diese neuen Services weisen allerdings über das ursprüngliche Verlagsmodell hinaus, was für sie durchaus mit Risiken verbunden sein könnte.

7 Dabei kommt den Verlagen die Steuerpolitik entgegen, nach der reine Onlinejournale mit dem vollen, statt wie Printjournale mit dem halben Mehrwertsteuersatz versteuert werden.

6 Wissenschaftliche Suchmaschinen und Erschließungsportale im Internet: Neue Funktionen und neue Akteure

Sowohl die Verlage wie auch die Betreiber von Open-Access-Publikationsplattformen setzen – wie wir gezeigt haben – die Potenziale des Internet als *enabling technology* für ihre allerdings divergenten Zielsetzungen ein. Für die Ausgangsfrage nach der Wirkung der Internettechnologie ist es wichtig festzuhalten, dass die Technikentwicklung aus der Perspektive der Akteure innerhalb der Rationalitäten und Regeln des jeweiligen institutionellen Kontextes bleibt. Dies erleichtert und beschleunigt die Adaption der neuen Technologien. Dennoch verändert sie die Struktur und möglicherweise mittelfristig auch das institutionelle Setting des wissenschaftlichen Publizierens.

Internet und Open-Access-Bewegung haben dazu geführt, dass eine wachsende Zahl wissenschaftlicher Publikationen online verfügbar ist. Damit verändert sich allerdings nicht nur der *Zugang* zu wissenschaftlichen Publikationen, sondern – so unser abschließendes Argument – auch die Suchstrategien und als Konsequenz möglicherweise auch das Rezeptionsverhalten der Wissenschaftler.

Für den einzelnen Wissenschaftler war das Finden der für ihn relevanten Veröffentlichungen herkömmlicherweise das Ergebnis eines Mix unterschiedlicher Suchstrategien. Neben Literaturverweisen, den Anregungen auf Tagungen und dem Hinweis von Kollegen spielte das regelmäßige Durchstöbern neu erscheinener Zeitschriften (Browsen) eine zentrale Rolle (Tenopier 2003). Die mit Hilfe des Internets weltweit zugänglichen Volltextarchive oder Metadatenbanken bieten hier nun eine Alternative, nämlich die Möglichkeit zu gezielter computerbasierter Suche nach wissenschaftlichen Publikationen (*Suchen* statt *Browsen*). Wie bereits ausgeführt, bieten die kommerziellen Verlage mit ihren Erschließungsportalen (wie Scopus oder Web of Knowledge) innerhalb ihrer Datenbestände und zum Teil darüber hinausgehend derartige neue Suchfunktionen an. Sie tun dies zu Konditionen, welche die Nutzung dieser Suchfunktionen kostenpflichtig und bislang ausgesprochen exklusiv macht. Allerdings zeichnen sich gegenwärtig alternative Anbieterstrukturen im Bereich von Suchdienstleistungen ab, die weitreichende Auswirkungen auf die bisherige Akteurkonstellation im System wissenschaftlichen Publizierens haben könnten. So ist mit Google ein neuer Akteur im wissenschaftlichen Publikationssystem relevant, der mit der Suchmaschine Google.scholar eine gezielte Suche nach wissenschaftlichen Veröffentlichungen quer zu den ursprünglichen Erscheinungsorten ermöglicht. Bei Google handelt es sich – ähnlich wie bei den Großverlagen – um einen mächtigen kommerziellen Akteur, der freilich ein völlig anderes Geschäftsmodell als die Verlage verfolgt, welches (bislang jedenfalls) die Intentionen der Open-Access-Initiativen zu flankieren scheint. Google stellt eine leistungsfähige Suchmaschine zur Ver-

fügung, deren Nutzung für die Wissenschaftler kostenfrei ist. Umgekehrt stellen die Archive, die im Zuge der *green road* entstanden sind, eine prädestinierte Datenbasis für Google.scholar dar; die dort als Volltext verfügbaren Aufsätze werden von Google.scholar einer übergreifenden Suche zugänglich gemacht. Diese Veränderung der Akteurkonstellation könnte somit dazu führen, dass es auf Grundlage der Internettechnologien am Ende doch zu einer grundlegenden Rekonfiguration des wissenschaftlichen Publikationssystems kommt.

Denn der skizzierte Wandel würde nicht nur die Verbreitungsfunktion der Journale tangieren, sondern potenziell auch deren Funktion der Bündelung von Aufmerksamkeit und Unterstützung bei der Recherche und damit einen womöglich tief greifenden Wandel des Rezeptionsverhaltens von Wissenschaftlern als Leser einleiten (Tenopier 2003; DFG-Studie 2005; Haynes 2005). Wenn Suchen und Finden nicht mehr über das Journal (durch Browsen) organisiert wird, sondern durch internetbasierte Suchmaschinen, kann prinzipiell alles gefunden werden, gleichgültig wo es veröffentlicht wurde. Damit kann nicht nur aus Sicht der Leser, sondern auch aus Sicht der Autoren das Finden wissenschaftlicher Literatur (und damit auch ihre Rezeption) von ihrem Erscheinen in hochrangigen Zeitschriften abgekoppelt werden. Der Anreiz für Wissenschaftler als Autoren in etablierten Journalen zu veröffentlichen, bestünde dann möglicherweise nur noch darin, dass der Impact-Faktor bei der formalen Bewertung von Reputation eine Rolle spielt. Dies öffnet Raum für neue Möglichkeiten: Es können nun auch Zitationen einzelner Aufsätze vergleichsweise unaufwendig gezählt und dokumentiert werden, statt wie bisher Impact-Faktoren von Journalen. Im Unterschied zum bisherigen System der Wissenschaftskommunikation, in der Aufmerksamkeit und Relevanz stark über die Hierarchie wissenschaftlicher Zeitschriften strukturiert werden, wären neue Formen der Strukturierung denkbar. Zugespitzt formuliert: Durch die Suchmaschinen könnte die Bedeutung der Journale für die Institutionalisierung der Reputationsverteilung abgeschwächt werden – Reputationsverteilung könnte neu institutionalisiert werden. Die Aufmerksamkeit (*awareness*), welche wissenschaftliche Publikationen erhalten, könnte zukünftig (auch) durch wissenschaftliche Suchmaschinen gesteuert werden. Google.scholar bietet hier bereits erste Ansätze für neue Formen der Messung von Rezeption und Zitation.

7 Rekonfiguration des Systems wissenschaftlichen Publizierens

Eingangs haben wir das traditionelle wissenschaftliche Publikationssystem als Arrangement konträrer Koordinationsformen beschrieben (Koordination durch Normen des Wissenschaftssystems versus marktförmige Koordination). Über einen langen Zeitraum war das wissenschaftliche Publikationssystem mit diesem institutionellen Arrangement in der Lage, die Erfordernisse wissenschaftlicher Publikationen für das Wissenschaftssystem mit den Verwertungsinteressen der Verlage in Einklang zu bringen. Dieses institutionelle Arrangement – und damit das traditionelle Publikationsmodell insgesamt – wird durch neue technische Möglichkeiten (Internet) sowie durch wachsende Spannungen zwischen den unterschiedlichen Koordinationsformen (»Zeitschriftenkrise«) infrage gestellt. Abschließend wollen wir die Frage diskutieren, was die bisherigen Veränderungen für den Rekonfigurationsprozess bedeuten und welche Wirkung dabei dem Internet zukommt.

7.1 Konkurrenz alternativer Publikationsmodelle und hybride Arrangements

Die Open-Access-Initiativen dringen auf eine Neukonfiguration des wissenschaftlichen Publikationsmodells, bei der der Zugang durch Open-Access-Plattformen gewährt wird. Die großen kommerziellen Verlage hingegen behaupten ihre Publikations- und Geschäftsmodelle, indem sie verlagsbasierte Publikationsformen im Internet etablieren, die lizenzpflichtig sind und ihnen weiterhin gute Verwertungsmöglichkeiten bieten. Das bisherige Resultat der Einführung von internetbasierten Publikationsplattformen im wissenschaftlichen Publikationssystem kann man als Parallelstruktur und hybrides institutionelles Arrangement charakterisieren, bei dem die marktförmige Koordination bestehen bleibt – wissenschaftliche Publikationen also weiterhin als Ware gehandelt werden, gleichzeitig aber auch frei im Internet zugänglich sind. Der gleiche wissenschaftliche Aufsatz wird über Open-Access-Plattformen angeboten und kann dennoch als Ware verkauft werden. Um dieses widersprüchliche Nebeneinander zu erklären, ist es hilfreich, sich die unterschiedlichen Funktionen wissenschaftlicher Publikationen zu vergegenwärtigen. Kennzeichnend für internetbasierte Publikationsmodelle ist, dass sie die eingangs analysierten Funktionen wissenschaftlicher Publikationen – Zugang/Verbreitung, Auswahl/Qualitätszertifizierung, Suche/Recherche und Reputationsverteilung – nicht notwendigerweise komplett bedienen, sondern sich auf bestimmte Funktionen beschränken, diese dann aber in

anderer Weise als bisher erfüllen. Das Internet wird als *enabling technology* genutzt, um diese Funktionen zu entkoppeln. Damit eröffnen sich Spielräume für neue Arrangements.

7.2 Entkopplung der Funktionen wissenschaftlicher Publikationen und deren Verteilung auf alternative Publikationsplattformen im Internet

Die Publikationsplattformen der *green road* konzentrieren sich auf die *Verbreitung* wissenschaftlichen Wissens, wobei das Nebeneinander von Open-Access-Archiven und verlagsproduzierten Journalen die Trennung und Neuverteilung der klassischen Publikationsfunktionen impliziert. Im Erfolgsfall reduzieren Open-Access-Archive die verlagsproduzierten Journale auf die Funktion der Qualitätszertifizierung und auf die Verteilung von Reputation (Rosendaal 2006). Das Beispiel des arXiv demonstriert, wie ein solches Nebeneinander aussehen könnte: Das Archiv wird für die Suche und den Zugang genutzt, Peer Review, Zitation und die Reputationsverteilung bleibt Aufgabe der Journale. Das Geschäftsmodell der Verlage ist solange nicht infrage gestellt, wie die Bibliotheken weiterhin Lizenzen für die Journale zahlen, also als institutionelle Nachfrager auftreten. Selbst wenn weniger finanzkräftige Bibliotheken die Lizenz abbestellen, funktioniert dieses Arrangement, solange andere Bibliotheken die Kosten tragen. Möglicherweise werden (überschießende) Verwertungsmöglichkeiten eingeschränkt, aber dies ist aus Sicht der Wissenschaft ein durchaus erwünschter Effekt, der zur Entlastung der Bibliothekshaushalte beitragen kann.

Verlagsproduzierte Journale reduzieren sich in einem solchen hybriden Publikationsmodell auf die Funktion der Qualitätszertifizierung und die Vermittlung von Reputation. Damit würden sie allerdings vermittelt über das Publikationsverhalten von Autoren weiterhin eine Schlüsselstellung behalten – jedenfalls solange die verlagsproduzierten Journale in der Publikationshierarchie oben stehen. Daher setzen die Verlage alles daran, ihre renommierten Journale zu erhalten beziehungsweise weitere Journale in der Hierarchie ganz oben zu platzieren. Mit der Etablierung plattformübergreifender Suchmaschinen entstehen auch im Hinblick auf die Funktion der Auffindbarkeit und thematischen Bündelung Alternativen zu den etablierten Journalen. Eine weitere Stufe der Entkopplung ist damit erreicht.

Dies führt zu einem komplizierten Nebeneinander, das aber bereits eine wesentliche Veränderung der alten Strukturen impliziert und tendenziell die Position der Wissenschaft stärkt, indem es – wenn auch begrenzte – Alternativen zum Verlagsmodell bietet. Vieles spricht dafür, dass diese komplizierten hybriden Arrangements ein Übergangsstadium bilden. Von dem Engagement von Google könnte ein weiterer Anstoß zur Rekonfiguration ausgehen. Offen

ist, ob dies dazu führen wird, dass sich wissenschaftliches Publizieren aus der institutionellen Prägung durch die Hierarchie der etablierten Journale löst. Damit wären tendenziell die bisherigen Mechanismen der Reputationsverteilung im Wissenschaftssystem infrage gestellt. Dies allerdings tangiert eine Kernfrage der Steuerung des Wissenschaftssystems selbst und wäre als solche zu verhandeln. Internettechnologien könnten hierfür allerdings Anstöße geben und Lösungsmöglichkeiten eröffnen.

Literatur

- Buss, Klaus-Peter/Volker Wittke, 2001: Veränderungen im Verhältnis von Wissenschaft und Gesellschaft. In: Gerd Bender (Hrsg.), *Neue Formen der Wissensserzeugung*. Frankfurt a.M.: Campus, 123–146.
- DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft), 2005: *Publikationsstrategien im Wandel? Ergebnisse einer Umfrage zum Publikations- und Rezeptionsverhalten unter besonderer Berücksichtigung von Open Access*. <www.dfg.de/dfg_im_profil/zahlen_und_fakten/statistisches_berichtswesen/open_access/index.html>
- Dolata, Ulrich, 2005: Eine Internetökonomie? In: *WSI-Mitteilungen* 58(1), 11–17.
- Duke, Judith S., 1985: *The Technical, Scientific and Medical Publishing Market*. White Plains, NY: Knowledge Industry Publications.
- EPS Market Monitor, 2004: *Scientific, Technical & Medical Information Market Trends and Industry Performance*. London: Electronic Publishing Services.
- Gibbons, Michael, 1994: *The New Production of Knowledge*. London: Sage.
- Harnad, Stevan, 2000: *The Invisible Hand of Peer Review*.
<<http://exploit-lib.org/issue5/peer-review/>>
- , 2005: Fast-Forward on the Green Road to Open Access: The Case Against Mixing Up Green and Gold. In: *Ariadne* 42. <www.ariadne.ac.uk/issue42/harnad>
- Harnad, Stevan, et al., 2004: The Access/Impact Problem and the Green and Gold Roads to Open Access. In: *Serials Review* 30(4).
<www.ecs.soton.ac.uk/~harnad/Temp/impact.html>
- Hanekop, Heidemarie/Volker Wittke, 2005: Der Kunde im Internet. In: Heike Jacobsen/Stephan Voswinkel (Hrsg.), *Der Kunde in der Dienstleistungsbeziehung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 193–217.
- , 2006: Das wissenschaftliche Journal und seine möglichen Alternativen: Veränderungen der Wissenschaftskommunikation durch das Internet. In: Svenja Hagenhoff (Hrsg.), *Göttinger Schriften zur Internetforschung*, Bd. 1: *Internetökonomie der Medienbranche*. Göttingen: Universitätsverlag, 201–233.
- Haynes, John, 2005: *Impact of Repositories on Publishing: Institute of Physics Publishing Case Study*. Konferenzbeitrag. Seminar der Association of Learned and Professional Society Publishers (ALPSP), London, 28. November 2005. <www.alpsp.org/events/2005/PPR/haynes.ppt>
- Merton, Robert, 1985: *Entwicklung und Wandel von Forschungsinteressen: Aufsätze zur Wissenschaftssoziologie*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.

- Nentwich, Michael, 2001: (Re-)De-Commodification in Academic Knowledge Distribution? In: *Science Studies* 14(2), 21–42.
- Nowotny, Helga/Peter Scott/Michael Gibbons, 2001: *Re-Thinking Science: Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty*. Malden, MA: Blackwell.
- Odlyzko, Andrew, 2000: *The Future of Scientific Communication*.
<www.dtc.umn.edu/~odlyzko/doc/future.scientific.comm.pdf>
- Roosendaal, Hans, 2006: Scientific Information: The Split between Availability and Selection. In: Svenja Hagenhoff (Hrsg.), *Göttinger Schriften zur Internetforschung*, Bd. 1: *Internetökonomie der Medienbranche*. Göttingen: Universitätsverlag, 161–171.
- Roosendaal, Hans/Peter Geurts, 2002: Integration of Information for Research and Education: Changes in the Value Chain? In: *Serials* 15(1), 51–56.
- SollaPrice, Derek J. de, 1974: *Little Science, Big Science: Von der Studierstube zur Großforschung*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Tenopir, Carol/Donald King, 2000: *Towards Electronic Journals: Realities for Scientists, Librarians, and Publishers*. Washington, D.C.: SLA Publishing.
- Tenopir, Carol, et al., 2003: *Patterns of Journal Use by Scientists through Three Evolutionary Phases*.
<www.dlib.org/dlib/may03/king/05king.html>
- Weingart, Peter, 2003: Evaluation of Research Performance: The Danger of Numbers. In: Forschungszentrum Jülich (Hrsg.), *Bibliometric Analysis in Science and Research*. Schriften des Forschungszentrums Jülich, Bd. 11. Jülich: Forschungszentrum Jülich, 279–287.
- Werle, Raymund, 2005: Institutionelle Analyse technischer Innovation. In: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 57(2), 308–332.

Demokratische Partizipation im Zeitalter des Internets

Jürgen Feick

1 Einleitung und Fragestellung¹

Die Nutzungspotenziale der technischen Infrastruktur Internet und der auf ihr aufsetzenden Anwendungen sind beträchtlich und unterliegen nach wie vor einer erheblichen Entwicklungsdynamik. Informations- und Kommunikationsmöglichkeiten stehen in einer bisher unvorstellbaren Vielfalt und Menge zur Verfügung. Der Kommunikationsraum scheint grenzenlos, Sender und Empfänger sind nicht an Örtlichkeiten gebunden. Die Verbreitungsgeschwindigkeit des Internets ist beispiellos. Während Technologien wie das Telefon noch mehrere Jahrzehnte brauchten, bis eine hohe Marktpenetration erreicht war, hat das Internet seit der Einführung des World Wide Web 1993 im zivilen, nicht wissenschaftlichen Bereich kaum mehr als zehn Jahre gebraucht, um in den meisten Industriestaaten eine Verbreitung zwischen 50 und 75 Prozent zu erreichen. Auch wenn die Entwicklung nach wie vor im Fluss ist, wird zunehmend nach den ihr zurechenbaren Effekten gefragt.

In diesem Beitrag sollen bisherige Erfahrungen mit modernen Informations- und Kommunikationstechniken (IKT), speziell Internetanwendungen, unter der Perspektive politischer und politisch-administrativer Willensbildung und Entscheidung analysiert werden. Insbesondere geht es um mögliche Auswirkungen der Internetnutzung auf partizipative Chancen im politischen und administrativen Prozess. Das oft behauptete Demokratisierungspotenzial des Internets steht im Vordergrund. Jedoch sollen nicht Potenziale visionär ausgebreitet, sondern praktische Erfahrungen auf ihre Aussagekraft hin überprüft und in die Logik politischer und administrativer Entscheidungsprozesse eingeordnet werden. Dabei sollte man moderne IKT aus Gründen ihrer »pervasiveness throughout the whole realm of human activity« (Castells 2000: 5) und wegen ihrer »unüberblickbaren funktionalen Universalität und vielseitigen Verwendbarkeit ... eher als Indeterminations- denn als Determinationsfaktoren in Rechnung ... stellen«

¹ Danken möchte ich Gotthard Bechmann für seine hilfreichen Kommentare zu einer sehr frühen Fassung. Zahlreiche Verbesserungsvorschläge erhielt ich auch von Thomas Zittel. Ihm gilt ebenso mein Dank wie Kathrin Seelige für zuverlässige Forschungsassistentenz.

(Geser 2004b: 177). Es liegt an der Multifunktionalität und der vielseitigen Einsetzbarkeit dieser Techniken, dass die gleichen Innovationen unterschiedlichen Zwecken dienen und gegensätzliche Wirkungen entfalten können (Mayntz 1993; Pool 1983). Untersuchungen über politische Internetanwendungen gibt es inzwischen viele. Sie sind von unterschiedlicher Validität und Zuverlässigkeit. Was hier im Folgenden an empirischen Beobachtungen zitiert und diskutiert wird, ist selektiv und hat in der argumentativen Verwendung exemplarischen Charakter.

In diesem Beitrag wird weder die Position eines radikalen Technikdeterminismus vertreten noch eine radikale akteurbezogen-voluntaristische oder sozialkonstruktivistische Position bezogen. Vielmehr werden die Entwicklung von Technik und ihren Nutzungsmöglichkeiten einerseits sowie die Nachfrage und soziale Aneignung von Technik andererseits als ein interdependent-iterativer Prozess begriffen. Wer oder was in einer spezifischen Entwicklungsphase Triebkraft oder hemmendes Element ist, ist eine offene empirische Frage. Neue Techniken besitzen beträchtliche Strukturierungspotenziale, gleichzeitig sind sie gesellschaftlich eingebettet und gestaltet (Pool 1983: 251; DiMaggio et al. 2001).

2 Internet und demokratische Partizipation: Analytische Vorbemerkungen

2.1 Politikrelevante Charakteristika moderner IKT

Viele der Charakteristika moderner Informations- und Kommunikationstechniken (IKT) sind nicht erst der Verbreitung des Internets zuzurechnen; das Internet hat sie aber ergänzt oder verstärkt. Diese technischen Eigenschaften wie die auf ihnen aufsetzenden möglichen politischen und administrativen Anwendungen sind allerdings zunächst einmal Potenziale, die im konkreten technischen und politischen oder administrativen Kontext nur mehr oder weniger verwirklicht beziehungsweise verwirklichbar sind. Allenfalls utopisch anmutende Prognosen gehen davon aus, dass politisch umgesetzt wird, was technisch möglich erscheint.

Nichtsdestotrotz bieten interaktive Informations- und Kommunikationstechniken einen breiten Anwendungsspielraum in Politik und Verwaltung. Manche Restriktionen politischer und administrativer Prozesse erscheinen mit ihnen überwindbar, neue Strukturen gestaltbar. Hervorzuheben ist

- die zunehmende Verbreitung der technischen Infrastruktur und die damit einhergehende Vernetzungsdichte zwischen Akteuren;

- die institutionell voraussetzungsvolle potenzielle Dezentralität und Offenheit der Netzstruktur;
- die steigende Menge und Vielfalt speicherbarer, verarbeitbarer und kommunizierbarer Informationen oder Daten bei gleichzeitig steigender Verarbeitungsgeschwindigkeit;
- die Zeit- und Ortsunabhängigkeit von Kommunikation.

Vor diesem Hintergrund werden Spekulationen verständlich, dass der Zugang zu und die Teilhabe an Informations- und Kommunikationsprozessen von Asymmetrien in einem bislang ungekannten Ausmaße befreit werden könnten – zumindest bei einer auf Offenheit hin ausgelegten Netzarchitektur.

2.2 Partizipation: Demokratietheoretische und politikrationale Perspektiven

E. E. Schattschneider (1975: 137f.) hat klassischen Demokratiemodellen vorgehalten, sie überschätzten »the strength and universality of the self-generated impulse of people to participate« und unterschätzten das Problem politischer Ignoranz wie auch »the exclusion of people by extra legal processes, by social processes«. Freiheitsrechte, das Wahlrecht eingeschlossen, und der politische Wettbewerb zwischen Regierungsinstitutionen, politischen Organisationen und politisch führenden Akteuren machten die Qualität einer modernen Demokratie aus. Ganz ähnlich argumentiert R. Dahl,² wenn er die Vorstellung einer Herrschaft der Mehrheit als einen Mythos bezeichnet. Die Unterscheidung zwischen Diktatur und Demokratie sei die zwischen der Herrschaft einer Minderheit (»government by a minority«) und der Herrschaft von Minderheiten (»government by *minorities*«). Zu den demokratischen Kriterien solcher von ihm als Polyarchien bezeichneten Herrschaftssysteme rechnet er

- freie und gleiche Wahlen als Mittel zur Kontrolle des politischen Führungspersonals;
- konsultative Partizipationsmöglichkeiten, damit aktive Bevölkerungsgruppen sich in Entscheidungsprozessen effektiv Gehör verschaffen und die politische Tagesordnung beeinflussen können;
- ausreichende Informiertheit, um politisch zu entscheidende Fragen reflektieren und diskutieren zu können;
- Responsivität von Politikern und Regierungsinstitutionen, ohne die es nicht zu einem partizipativen Dialog kommen kann.

² Siehe hierzu Dahl (1956: 124, 131–133, 145, 147) sowie Dahl (1989: 108–113, 221–222, 233).

Dahl befürchtet, dass in einer Zeit, in der die zunehmende Bedeutung von spezialisierter Expertise für politische Entscheidungen zugenommen und sich die Abhängigkeit auch der politischen Entscheidungsträger von externem Sachverstand erhöht hat, die Gefahr wächst, dass »guardianship might replace democracy« (Dahl 1989: 224). Auch Schattschneider sieht hier Probleme, denen er dadurch begegnen zu können glaubt, dass die Bildung politischer Gruppen erleichtert, der politische Wettbewerb zwischen ihnen gestärkt und auf diese Weise dem Volk größere Wahlmöglichkeiten zwischen unterschiedlichen Politiken ermöglicht wird (Schattschneider 1975: 137f.). Während Schattschneiders Forderung, die gruppenpluralistische Basis zu erweitern, vage bleibt, formuliert Dahl auf der Basis seiner Kriterien institutionelle Vorschläge mit dem Ziel, die Kluft zwischen den politischen Eliten und der Bevölkerung zu verringern (Dahl 1989: 337). Diese Kluft, deren Verbreiterung ein Wegdriften vom demokratischen Pfad bewirke, sei vor allem eine Informations- und Wissenslücke, welche Kontrolle und Partizipation verhindere.

Hier kommen nun die modernen Telekommunikationstechniken ins Spiel, denen Dahl in diesem Zusammenhang wichtige Funktionen einräumt. Er setzt nicht nur auf die informationellen und kommunikativen Möglichkeiten moderner IKT, sondern betont zusätzlich auch die Notwendigkeit, deren Nutzung organisatorisch und institutionell zu verankern (Dahl 1989: 338–340). Ziel ist es, die politischen Entscheidungsprozesse transparenter und partizipativer zu gestalten und die Responsivität der Institutionen zu erhöhen. So sollen zusätzliche deliberativ-demokratische Elemente in die institutionelle Architektur repräsentativer Systeme eingezogen werden, um einerseits die demokratische Akzeptanz getroffener Entscheidungen zu stärken und andererseits die sachlich-argumentativen Inputs in die politischen und administrativen Entscheidungsprozesse und damit deren Rationalität oder Effizienz zu erhöhen (Zittel 2007: 21–23). Die Nutzung moderner IKT erscheint hier als hilfreiches Mittel für Regime-reformen, die diesen Zielen dienlich sind (Budge 1996: 79, 192f.).

Hinter den von Schattschneider und Dahl angeführten demokratischen Kriterien lassen sich verschiedene Grundkonzepte erkennen (vgl. Abbildung 1). Die partizipativen Elemente beziehen sich auf den demokratischen Gehalt und die demokratische Konstitution politischer Prozesse einerseits und die Möglichkeit rationaler Politik andererseits. Bei den anderen Elementen steht die Bildung von politischem Sozialkapital im Vordergrund; denn ohne partizipationswillige und -fähige Akteure und Gruppen erscheint eine konsensuale Einbettung der jeweils existierenden Institutionen, Organisationen und politischen Prozesse in eine politische Gemeinschaft nicht möglich. Erhoffte Resultate einer so verstandenen Demokratisierung sind ein Zuwachs an Legitimation und eine höhere Rationalität der politischen Entscheidungen durch eine erweiterte und

Abbildung 1 Potenzielle politische Wirkungsbereiche moderner IKT

Politisches Sozialkapital

Information und Kommunikation

- Gemeinschaftsbildung
- Potenzielle Organisier- und Mobilisierbarkeit

Partizipation IInformation (*enlightened understanding*)

Kommunikation

- Möglichkeit von *voice* der Partizipierenden
- Möglichkeit, gezielt Antworten zu verlangen und zu erhalten (*responsiveness*)
- Möglichkeit nicht »offizialisierter« Einflussnahme

Partizipation II

institutionalisierte (»offizielle«) Beteiligungsformen

- konsultative Beteiligung (Planungsbeteiligung)
- Entscheidungsbeteiligung (Wahlen/Abstimmungen)

vertiefte Partizipation, die eine breitere Berücksichtigung der Präferenzen und des Sachverstandes der Bürger ermöglicht. Dahl und Schattschneider unterscheiden dabei zwei Partizipationsformen. Im einen Fall (Partizipation I) geht es um informative und kommunikative Teilhabe und damit verbundene Einflusspotenziale, ohne dass diese institutionell verankert sein müssen. Das schließt die Möglichkeit ein, politische Repräsentanten und Institutionen zu zwingen, ihre Positionen wie auch politische Aushandlungs- und Entscheidungsprozesse öffentlich zu machen (*responsiveness*). Die andere Form der Partizipation (Partizipation II) bezieht sich demgegenüber auf die institutionalisierte, rechtlich verpflichtende oder beanspruchbare Beteiligung in Form einer Konsultation oder direkten Entscheidungsbeteiligung der Bürger.

3 Empirische Befunde: Politisches Sozialkapital und Demokratisierungspotenziale

3.1 Förderung von demokratischem Sozialkapital?

Als einer unter vielen fragt Robert Putnam (2000), wie Sozialkapital als eine gemeinschaftsbildende und für kollektives politisches Handeln mobilisierbare Ressource gegen den Trend individualistischer Vereinzelung gefördert werden könnte – auch mit Hilfe moderner IKT wie des Internets. In der Tat werden Internet oder auch Mobiltelefone dazu genutzt, Gruppen mit spezifischen Interessen oder Anliegen ortsunabhängig zusammenzuführen, zusammenzuhalten und gegebenenfalls auch für konzertierte politische Aktionen zu mobilisieren (Rheingold 2002: XII; Resnick 2005). Häufig wird speziell das Internet jedoch

zum primären Aktionsraum, und es erscheint eher unwahrscheinlich, dass allein auf der Grundlage von Onlinekommunikation kollektive Identifikation und Solidarisierung entstehen (Geser 2004a: 14, 16). Auch Putnam verweist darauf, dass die Kommunikation über Computernetze traditionelle Formen der Gemeinschaftsbildung ersetzen oder zumindest schwächen kann. Wegen der Anonymität in vielen Onlinegruppen und wegen der Fluktuationserleichterung wird das Entstehen von »commitment, trustworthiness, and reciprocity« erschwert (Putnam 2000: 177–180, 411). Deshalb ist es eine offene Frage, ob IKT die Bildung von politischem Sozialkapital oder aber eher den Rückzug ins Private und zunehmende Abschließung fördert.

Die optimistische Sicht, dass durch überlappende Mitgliedschaften und Interaktionen in nationalen und grenzüberschreitenden elektronischen Gruppen ziviles Engagement und damit auch demokratische Gesellschaften gestärkt werden (etwa Fine/Harrington 2004), wird also keineswegs allgemein geteilt. Nach wie vor herrscht Unsicherheit darüber, »where these new forms of electronic engagement will take us« (Abramson 1998: 77).

3.2 Partizipation I: Information und Kommunikation, Mobilisierung und politische Willensbildung

Internetnutzung und politisches Informationsniveau

Für Schattschneider wie für Dahl ist das Verfügen über Information eine Vorbedingung für effektive Partizipation der Akteure. Ob die Nutzung moderner IKT das politische Informationsniveau gegenüber den Nicht-Nutzern erhöht, ist allerdings nur vordergründig leicht und mit Ja zu beantworten. Ein großer Teil der Diskussion orientiert sich allzu sehr am technischen Potenzial und übersieht dabei die Probleme einer ungleichen Verteilung des Zugangs zu und der Motivation und Kompetenz der Nutzung von diesen Technologien. Häufig wird außer Acht gelassen, dass es trotz zunehmender Leistungsfähigkeit von Suchmaschinen dem Nutzer schwerfallen kann, sich die angebotene Information auf seinen Bedarf hin zu strukturieren und auch selbst zu evaluieren. Niedrige Zugangskosten verdecken die versteckten Kosten der Nutzung (Cornfield/Arterton 1997: 86–89).

Gleichwohl wurde in der Vergangenheit immer wieder eine positive Korrelation von Internetzugang und politischer Informiertheit gemessen. Diese verschwindet allerdings weitgehend, wenn sozioökonomische und soziokulturelle Kontrollvariablen eingeführt werden (Marr 2005: 92–96). Interessanterweise lässt die Erklärungskraft der Internetnutzung auch dann nach, wenn die Nutzung von Druckmedien als Kontrollvariable eingeführt wird – dies ist ein Hin-

weis auf die »anhaltende Bedeutung herkömmlicher Massenmedien im Prozess der Politikvermittlung« (Marr 2005: 225) und auf »Tendenzen der Beharrung von bestehenden Kommunikations- und Handlungsmustern« (Grunwald et al. 2006: 52). Diese Untersuchungen legen nahe, dass von der Internetnutzung an sich weder eine Zunahme politisch relevanter Information noch des Interesses an politischen Informationen ausgeht. Politisch interessierte Nutzer allerdings können ihr Informationsniveau durch das Internet durchaus steigern (Geser/Bühler-Ilieva 2006: 385–386). Damit werden die Gewichte zugunsten derjenigen verteilt, die ohnehin schon über mehr Informationen verfügen – eine unter demokratischen Gleichheitsgesichtspunkten negative Konsequenz.

Informations- und Kommunikationsaktivität über Zeit

Wie Emmer/Vowe (2004) gezeigt haben, steigt über Zeit durch die Nutzung des Internets das kommunikative Aktivitätsniveau an; das gilt insbesondere für die Informationsbeschaffung und die Kommunikation über politische Themen sowie für expressive Kommunikation über Onlineleserbriefe, Foreneinträge oder Ähnliches. Aufwendigere Formen wie etwa eigene Internetseiten bleiben allerdings die Ausnahme.³ Insgesamt und vor allem mit Blick auf Behördenkontakte und Gespräche über Politik kommen die Autoren zu dem Ergebnis, dass wiederholte und kontinuierliche Nutzung des Internets einen eigenständigen Mobilisierungseffekt ausübt. Alles in allem ist aber die politisch motivierte und orientierte Informations- und Kommunikationsaktivität innerhalb wie außerhalb des Internets gering. Das Internet als solches beeinflusst das Niveau politischen Interesses kaum.

Das Internet als Mittel und Arena der politischen Auseinandersetzung

Die Infrastruktureigenschaften moderner IKT, die steigende Nutzungsvielfalt und Nutzungsdichte sowie die Qualität speziell des Internets, unterschiedlichste Medien integrieren zu können, haben diese Techniken längst zu einem Mittel und zu einem Ort der politischen Auseinandersetzung gemacht. Allerdings fällt es schwer, deren originären Einfluss auf politische Auseinandersetzungen und Entwicklungen direkt abzuschätzen. Von Bedeutung ist in diesem Zusammenhang das Verhältnis des Internets zu den konventionellen Massenmedien, die bislang die öffentlichen politischen Prozesse dominieren.

³ Dies ist von Land zu Land unterschiedlich und verändert sich auch durch neue technische Angebote rapide. Die Einrichtung von Homepages ist immer einfacher geworden, und Weblogs (Blogs) sind inzwischen eine privat wie politisch sehr häufig genutzte, fast schon modische Form, eigene Produktionen mit wenig Aufwand im Netz zur Diskussion zu stellen.

Das Verhältnis zu den konventionellen Massenmedien

Die konventionellen Massenmedien, ob Zeitungen, Zeitschriften oder elektronische Medien, sehen im Internet nicht mehr nur die große Zukunftskonkurrenz um Kunden, sondern sie haben sich längst dieser medienintegrativen technischen Plattform bemächtigt, konkurrieren also weniger mit ihr als um sie und in ihrem Kontext. Das reicht von finanziellen Beteiligungen der großen Medienkonzerne an Internetdienstleistern bis hin zu eigenständigen Internetdienstleistungen und -angeboten verschiedenster Art (Hamann/Götz 2006). Die mediale Integration zeigt sich nicht zuletzt darin, dass Zeitungen, Zeitschriften, Radio- und Fernsehsender nicht nur ihre Ausgaben oder Sendungen online anbieten. Sie verweisen umgekehrt in ihren konventionellen Medien zugleich auf ihre Internetseiten mit ergänzenden Informationen. Politikportale und Diskussionsforen werden von klassischen Medien online angeboten. Dazu gehören zunehmend auch Weblogs, die mehr oder weniger bekannte Journalisten als politische Tagebücher und zum Meinungsaustausch mit Lesern einrichten. Darüber hinaus spielen die über das Internet angebotenen Informationen inzwischen eine bedeutsame Rolle als Quelle für professionelle politische Recherchen. Zwar kommen unterschiedliche Studien zu dem Ergebnis, dass nach wie vor die klassischen Massenmedien im Zentrum des politischen Informationsverhaltens von Bürgern stehen, weil sie als Intermediäre die Informationsflut strukturieren und kondensieren (Scheufele/Nisbet 2002). Aber einen wachsenden Anteil an Informationen recherchieren die klassischen Massenmedien selbst im Internet.⁴ Dieser Umstand wird von politischen Akteuren auch gezielt genutzt, bisweilen sogar zum Einschleusen manipulierter Informationen.

Institutionen, Organisationen, Gruppen und Einzelne als Anbieter

Es gibt kaum eine politische Institution und kaum Politiker, die heute nicht durch eine Homepage im Internet vertreten sind und verschiedene Möglichkeiten zur Kommunikation anbieten. Etablierte Verbände und Interessengruppen sind dort ebenso zu finden wie Unternehmen und Institute, die sich im Bereich der Politikberatung im weitesten Sinne bewegen. Auch kleinere Interessenvertretungen bis hin zu Einzelpersonen suchen ihre politische Nische zur Meinungsäußerung. Kommerzielle politische Portale mit zum Teil kaum durchschaubarem Interessenhintergrund haben sich etabliert. Sie alle bieten auf ihren Websites politische Informationen, manifeste oder latente Strukturierungsangebote und in der Regel auch Kommunikationsmöglichkeiten an.

4 Ein Beispiel: Die Tagesthemen zeigten am 31. Juli 2006 Aufnahmen zum Nahost-Konflikt, die die Redaktion auf privaten Internetseiten entdeckt hatte und die in ihrer Nähe zum Geschehen deutlich über das Angebot von Agenturen und Korrespondenten hinausgingen.

Diese Angebote im Web präsentieren sich allerdings auf einem unterschiedlichen quantitativen und qualitativen Niveau mit zugleich stark variierender Einlösung von Interaktionsangeboten. Politische Informations- und Kommunikationsangebote im Internet sind keine Selbstläufer. Sie sind mit nicht trivialen Kosten beziehungsweise Restriktionen verbunden – für Konsumenten hinsichtlich des Such- und Orientierungsaufwands (Eveland/Dunwoody 2000) und für Anbieter bezüglich der Gewinnung von Aufmerksamkeit (Cornfield/Arterton 1997: 89). Gesellschaftliche Ungleichheit übersetzt sich hier in die bekannten »digital divides« (Norris 2001), die die Chancen der Partizipation mit Hilfe dieser neuen Techniken ungleich verteilen.

Moderne IKT und der politische Willensbildungsprozess

Dass die modernen IKT politische Hilfsmittel mit zum Teil spektakulärer Wirkung sein und Dinge möglich machen können, die ohne sie nicht möglich gewesen wären, ist unbestritten. So kann etwa unter schwierigen staatlichen oder räumlichen Bedingungen weltweit politische Öffentlichkeit hergestellt werden. Die internationale Mobilisierung, strategische und taktische Planung von Widerstand gegen weltwirtschaftlich dominierende Institutionen und Unternehmen gelingt Organisationen wie Attac und Greenpeace nur mit Hilfe des Internets. Vergleichbares geschieht auf lokaler und regionaler Ebene (Castells 2004; Rheingold 2002). Zwar ist die politische Wirkung oftmals ungewiss, doch gelingt es nicht selten, politische Institutionen und auch Wirtschaftsverbände oder Einzelunternehmen zu Reaktionen und zur Auseinandersetzung mit den an sie herangetragenem Anliegen zu zwingen. So helfen die neuen IKT, *responsiveness* zu erzwingen, sofern diese nicht ohnehin von den Adressaten aktiv angeboten wird, um Legitimationsgewinne zu erzielen (Zittel 2007).

Wahlkämpfe und Wahlen gehören zum institutionellen Kernbereich der politischen Willensbildung in demokratischen Systemen. Nach Ländern unterschiedlich ausgeprägt werden Wahlkämpfe zunehmend durch Kommunikation via Internet geführt (Bieber 1999: 121–165; Armstrong/Zúniga 2006). Das gilt für die interne Koordination und Mobilisierung wie für nach außen gerichtete Kampagnen – mit zum Teil überraschender Wirkung. Die *Netroots*-Aktivitäten der Unterstützer von Howard Dean bei seinem Kampf um die Präsidentschaftskandidatur der Demokratischen Partei der USA zum Beispiel eröffneten ein Potenzial, Wahlkampfspenden einzusammeln, das die konventionellen Sammelstrategien in den Schatten stellte. Das Internet wurde als Informationsverbreitungsbörse und als wirksames Wahlkampfkoordinationsinstrument eingesetzt. Auch wenn Deans Nominierungskandidatur letztlich nicht erfolgreich war: Sein anfängliches politisches Momentum war weitgehend den Unterstützungs-, Koordinations- und Mobilisierungsaktivitäten mit Hilfe des Internets geschuldet.

Später, in der Auseinandersetzung um den Vorsitz der Demokratischen Partei, gelang es seinen Helfern wiederum per Internet, Deans Konkurrenten nacheinander zu desavouieren, indem sie recherchierte Details über deren politische Vergangenheit im Internet veröffentlichten (Armstrong/Zúñiga 2006: 137–141). Politische Portale und Weblogs werden eingerichtet, um politische Information und Propaganda mit möglichst geringen Kosten möglichst weit zu streuen. Es wird versucht, Kommunikationsnetzwerke neu zu schaffen oder bestehende zu stärken in der Hoffnung, diese bei Bedarf mobilisieren zu können (Albrecht et al. 2005).

Im Horizont der Schattschneider'schen und Dahl'schen Kriterien ist vor diesem Hintergrund danach zu fragen, ob hier wirklich eine Ausweitung der Partizipation an politischer Willensbildung stattfindet, die demokratisierend wirkt, und welchen Beitrag die neuen IKT hierzu leisten. Auch in diesem Fall ist es schwierig, aus der bisherigen Entwicklung auf die Wahrscheinlichkeit und Richtung zukünftiger Veränderungen zu schließen. Gewiss gestatten es die neuen IKT Einzelnen und kollektiven Akteuren, mit weniger Aufwand Signale zu senden. Dass diese aus der virtuellen Welt in die Realwelt transportiert werden und dort zu Verhaltenskonsequenzen führen, setzt in der Regel bereits öffentliche Bekanntheit der Kommunikationsquelle voraus (Bieber 1999: 165–185). Während das technische Setzen der Signale kostengünstig sein mag, ist es die Schaffung von Aufmerksamkeit und ihre Umsetzung in wirksame Aktion nicht.

Nachdem die etablierten politischen Institutionen und Akteure das Internet genauso für sich entdeckt haben, wie es die konventionellen Massenmedien getan haben, scheint es durchaus möglich, dass diese etablierten Interessen die politische Kommunikation im Internet früher oder später dominieren und die Machtverhältnisse im Kommunikationsraum wieder zurechtrücken. Sollten sich neue Gruppen mit Hilfe der modernen IKT allerdings dauerhaft im Prozess der politischen Willensbildung verankern können und sich zudem immer wieder neue Gruppen formieren, wäre dies in der Tat eine pluralistische Anreicherung des politischen Prozesses.

3.3 Partizipation II: Institutionalisierte Demokratisierung von Entscheidungsverfahren?

Hinsichtlich der Demokratisierung von Entscheidungsverfahren soll hier zwischen konsultativer und dezisiver Partizipation unterschieden werden. Bei ersterer geht es um Formen der Beteiligung, die zu Entscheidungsprozess-Inputs führen, wobei die Entscheidungen selbst außerhalb dieser Partizipationsverfahren gefällt werden. Bei letzterer handelt es sich um Mitentscheidungen im Sinne von Abstimmungen über Personen (Wahlen) oder Sachfragen (Referenden). Bei-

de Formen werden in Robert Dahls Kriterienkatalog als Herausforderung hervorgehoben, eine repräsentativere und effektivere Beteiligung der Bürger an der politischen Willensbildung zu erreichen und demokratische Abstimmungen sicherzustellen, die den Grundsätzen von Gleichheit und Freiheit gerecht werden.

Konsultative Partizipation

Die Vorläufer der heutigen internetgestützten Verfahren stammen aus den sechziger und siebziger Jahren, als mit Hilfe des Massenmediums Fernsehen, des Telefonsystems und von vernetzten Großcomputern versucht wurde, eine öffentliche, durch Fachleute moderierte und durch rudimentäre Expertensysteme unterstützte Diskussion spezifischer öffentlicher Probleme zu organisieren (Krauch 1972). Diese wie auch weniger technisierte Partizipationsmodelle sollten politische und administrative Entscheidungsprozesse transparenter machen, die Öffentlichkeit konsultativ einbeziehen und so Planungswissen wie auch Akzeptanz generieren.

Das Internet und auf ihm fußende IKT haben das Anwendungspotenzial konsultativer Verfahren zweifellos erhöht. Gleichwohl sind sie bislang über den Status begrenzter und sehr unterschiedlicher Modellprojekte nicht hinausgekommen, sodass sich kaum verallgemeinerungsfähige Schlüsse ziehen lassen. Insgesamt erweist sich konsultative Partizipation als Minderheitenveranstaltung – auch im Hinblick auf Repräsentativität. Das hat zunächst einmal mit den bekannten technisch induzierten *divides* und sozialen *cleavages* zu tun. Die Beteiligung hängt auch von der thematischen Spezifität und kognitiven Komplexität eines Themas ab. Zusätzlich spielen organisatorische Fragen wie die mediale Vorbereitung, die Dauer und die Betreuung solcher Partizipationsverfahren eine Rolle.

Das alles leuchtet unmittelbar ein, wenn es um offene Partizipationsverfahren mit Selbstselektion geht (Finney 1999). Aber selbst bei Verfahren mit gezielter, womöglich repräsentativer Auswahl der Teilnehmer hängt es von zusätzlichen, eher organisatorischen Bedingungen ab, ob Teilnehmer aus weniger motivierten, weniger gebildeten und weniger artikulationsfähigen Milieus zur aktiven Mitarbeit bewegt und befähigt werden können (Irénel 2005). Unabhängig vom Technikeinsatz ist das Engagement speziell bei offenen Partizipationsverfahren eher gering und die Teilnahme unter Repräsentativitätsgesichtspunkten verzerrt. Daran ändert der Einsatz moderner IKT prinzipiell nichts. Im Hinblick auf die motivationale Selektion meint Needham (2001) sogar, dass das Internet ein besonders schwieriges Medium sei, wenn es darum geht, die »unmobilised and uninterested« zu erreichen.

Denjenigen allerdings, die motiviert und fähig zur Partizipation sind, eröffnet die Technik einen leichteren Zugang zu im Prinzip mehr oder weniger

geschlossenen Beratungszirkeln. So erscheint auch hier eine Pluralisierung der Inputs möglich, die ohne moderne IKT nur schwer realisiert werden könnte (Stanley/Weare 2004). Traditionell von ausgewählten Spezialisten beherrschte Beratungsprozesse könnten so durch Onlinekonsultation geöffnet werden. Transparenz und größere öffentliche Kontrolle jener »fünften Gewalt« wären vorstellbar (Jasanoff 2003). Schon jetzt lässt sich an Einzelfällen zeigen, dass zum Beispiel Regulierungsbehörden durch Internetpartizipation zur Änderung von geplanten Regelungen bewegt werden können – dann nämlich, wenn Regelungsgegenstand und -vorschlag offengelegt werden, großes Interesse bei motivierten Personen oder Gruppen besteht und ausreichend Protestpotenzial erkennbar wird (Zavestoki et al. 2006).

Entscheidungspartizipation: Dezentrale elektronische Wahlen

Experimente mit Onlinewahlen und -abstimmungen in einem Atemzug mit den großen Wahlrechtsreformen des 19. und 20. Jahrhunderts zu nennen (Buchstein/Neymanns 2002: 8) ist gewiss unangebracht. Es geht hier eher um eine technisch sich anbietende Weiterentwicklung der Briefwahl. So sind denn auch aus demokratietheoretischer Sicht skeptische Reaktionen auf elektronische Formen des *remote voting* zunächst der Hoffnung auf eine Umkehr des Trends abnehmender Wahlbeteiligung gewichen. Die von einer »neuen professionellen Klientel« angeführte Diskussion (Buchstein/Neymanns 2002: 12) drehte sich denn auch um die Umsetzungsmöglichkeiten einer solchen Stimmabgabe. Nach zahlreichen Modellversuchen, bei denen die rechtlichen, administrativen und technischen Probleme der Umsetzung wie auch mögliche politische Konsequenzen sichtbar wurden, ist gerade bei den politischen Institutionen wieder eine gewisse Skepsis eingekehrt. Diese bezieht sich nicht zuletzt auf die technische Sicherheit und rechtliche Unbedenklichkeit von Internetwahlen (Hanßmann 2004).

Hinsichtlich möglicher Auswirkungen auf die Wahlbeteiligung sind die Erfahrungen nicht eindeutig. In der Schweiz wurden Pilotprojekte mit Wahlen und Referenden in drei Gemeinden des Kantons Genf in den Jahren 2003 und 2004 durchgeführt, kantonweit im Rahmen nationaler Referenden in den Kantonen Zürich (2005) und Neuchâtel (2005).⁵ Die Schweizer Erfahrungen deuten darauf hin, dass Onlinewahlen zu einer höheren Wahlbeteiligung beitragen können. In Anières war die Beteiligung bei einem Referendum um etwa 14 Prozent höher als im Durchschnitt vergangener Jahre (Braun 2004: 47). In den USA führte *online voting* bei Vorwahlen (*primaries*) der Demokraten in Arizona im Jahr 2000

⁵ Zur Gestaltung dieser Pilotprojekte und einigen Ergebnissen siehe Bundesrat (2006) und Geser (2002).

ebenfalls zu einer höheren Beteiligung (Wilhelm 2004: 69). Eine solche Tendenz konnte allerdings Norris nach der Auswertung von 59 Wahlexperimenten auf lokaler Ebene in Großbritannien im Jahre 1999 mit mehr als 6 Millionen Wählern nicht beobachten (Norris 2003: 10).

Die anfängliche Begeisterung für diese technische Neuerung, von der man zumindest Effizienzgewinne erwarten konnte, ist aus anderen Gründen Skepsis gewichen, die von Zweifeln an der Sicherheit und Kontrollierbarkeit solcher elektronischer Abstimmungssysteme genährt wird. Auch im privaten Unternehmensbereich – etwa bei elektronischen Abstimmungen in Generalversammlungen – haben Sicherheitsprobleme das Vertrauen in solche technischen Anwendungen erschüttert (Klarenberg 2002). Auf der Basis bestehender technischer und organisatorischer Vorkehrungen ist der Wahlprozess nicht öffentlich kontrollierbar. Die Software wird von den kommerziellen Anbietern nicht offengelegt. Dort, wo sie versehentlich zugänglich war, mussten Fehlerquellen von einer solchen Schwere festgestellt werden, dass Manipulationsmöglichkeiten durch diejenigen, die die Programme schreiben und die Systeme betreuen wie auch durch mögliche Eingriffe von außen – etwa Hacker – nicht auszuschließen sind (Oostvee/van den Besselaar 2004). Dabei gehen Wähler eher unkritisch mit dieser Situation um. Sie scheinen geneigt, ein Wahlsystem selbst dann für sicher und kontrollierbar zu halten, wenn die Bedingungen dafür objektiv nicht gegeben sind (Oostvee/van den Besselaar 2004: 78–80). Umso deutlicher artikuliert sich die neuerliche Skepsis und Risikoscheu bei denen, deren politische Position von Wahlergebnissen abhängt.

Unter der Voraussetzung, dass sich diese technischen und rechtlich-institutionellen Unsicherheiten beheben lassen, sind politisch-systemische Auswirkungen denkbar (Geser 2002), von denen zwei demokratietheoretisch problematische herausgegriffen werden sollen. Würde die Wahlbeteiligung durch Onlinewahlen tatsächlich signifikant ansteigen, wie einige Pilotprojekte andeuten, wäre das unter Repräsentationsgesichtspunkten nicht unproblematisch. Die sozial asymmetrische Verteilung von Onlinezugang und Onlinenutzung generell und der Onlinewählerschaft speziell würde das Wahlgewicht bestimmter Teile der Gesellschaft verstärken. Abstimmungen per Internet könnten zu einer »unequal opportunity to participate in the political process« beitragen (Wilhelm 2004: 70) und insbesondere in Systemen mit Verhältniswahl und dem Zwang zur Koalitionsbildung die Regierungsoptionen bei knappen Mehrheitsverhältnissen erheblich beeinflussen. Unabhängig davon wird Onlinewahlen vorgeworfen, den für die politische Identität und Integration bedeutsamen Wahlakt seiner symbolischen Funktion zu berauben. Höhere Wahlbeteiligung durch Onlinewahlen würde, so die Logik dieser Befürchtung, die zunehmende symbolische Entleerung des Wahlakts nicht aufhalten, sondern verstärken.

4 Zusammenfassende Überlegungen

Ob das Internet und andere neuere IKT dazu beitragen werden, über relativ eng umgrenzte wert-, interessen- und gegenstandsspezifische Netzwerke oder auch *communities* hinaus politische Gemeinschaften zu bilden, die übergreifende, dauerhafte politische Identität entwickeln oder wieder herstellen können und auf solch breiter Basis zu kollektiv verantwortetem Handeln und zu legitimierender Symbolik fähig sind, ist noch weitgehend offen. Sie können sowohl weiteren gesellschaftlichen Fragmentierungen oder individueller Vereinzelung den Weg ebnen als auch völlig neue Formen oder Mischformen der politischen Vergesellschaftung anstoßen, bei denen allerdings zu klären wäre, wie demokratische Prozessnormen in ihnen institutionell verankert werden könnten.

Generell gilt, dass die bislang zu beobachtenden Einflüsse von Internetanwendungen begrenzt sind, als von Enthusiasten erhofft und von Kritikern befürchtet (DiMaggio et al. 2001: 327–329). Dass angesichts des Eindringens dieser Techniken in sämtliche Lebensbereiche politisch alles beim Alten bleibt, ist ebenso wenig zu erwarten wie ein »fundamentally new age of political participation and grassroots democracy« (Hill/Hughes 1998: 186). In einem iterativen Prozess gegenseitiger technischer und sozialer Anpassung sind allerdings Veränderungen von politischen Verhaltensweisen möglich, die langfristig tiefer gehende Spuren institutioneller Transformation hinterlassen und neue politisch-systemische Entwicklungspfade eröffnen könnten.

Zwar lässt sich nicht erkennen, dass das Internet per se politisches Interesse weckt und den politischen Informationsstand seiner Nutzer signifikant gegenüber den Nicht-Nutzern verbessert. Gemessen an Dahls Überlegung, dass nur eine wesentlich höher entwickelte Informiertheit, die auch komplexen Problemlagen gewachsen ist, zu demokratischer Kontroll- und Partizipationsfunktion taugt, zeichnet sich hier nichts Messbares ab, was wesentlich über die Gruppe der bereits Interessierten und Aktivierbaren oder schon Partizipierenden hinausweist. Allerdings geben die neuen Techniken denen, die interessiert und motiviert sind, neue und kostengünstige Möglichkeiten des Informierens, Kommunizierens, Koordinierens und Mobilisierens. Offensichtlich kann jedoch die technisch vermittelte Kommunikation die direkt-persönliche Präsenz und Beteiligung und deren eigene Dynamik als demokratische Praxis nicht ersetzen, allenfalls ergänzen.⁶ Gleichzeitig ist das Internet selbst Mittel und Schauplatz politischer Auseinandersetzungen und damit politischer Willensbildung geworden,

⁶ Siehe hierzu auch die Auswertung der Erfahrungen mit einem Online-Parteitag von Bündnis90/Die Grünen (Kastenholz et al. 2003).

in das die konventionellen Massenmedien längst hineindrängen. Hier findet eine mediale Symbiose statt, bei der noch völlig offen ist, ob politische Transparenz und Pluralisierung oder Manipulation und Oligarchisierung am Ende dieses Prozesses stehen werden (Schneider 2000).

Dem Internet wie auch anderen modernen IKT kann durchaus eine *Empowerment*-Funktion zukommen und interessierten, bisher aber nicht oder weniger präsenten Akteuren den Weg in die politische Arena ermöglichen sowie neue strategische Handlungsmöglichkeiten im politischen Prozess eröffnen. Das Spektrum einer pluralistischen Demokratie könnte erweitert und der politische Gruppenwettbewerb im Sinne von Schattschneider und Dahl gestärkt werden. In einem pluralistischen Demokratiemodell wäre allerdings die Einbettung einer solchen Entwicklung in institutionalisierte demokratische Strukturen bedeutsam. Frei schwebende politische Gegenmacht könnte sonst eine Chaotisierung der Politik einleiten – es sei denn, man vertraut auf eine demokratische Gemeinwesenbildung durch nachgeordnete Prozesse der Selbstorganisation und emergenter Strukturbildung (Resnick 2005: 409, Fußnote 4). Institutionalisten mögen im Erstarken weiterer Interessengruppen zugleich das Problem zusätzlicher Vetopositionen sehen, was die Problembearbeitungskapazität moderner Gesellschaften angesichts schwieriger werdender Problemsituationen reduzieren könnte. Dies ist aber weniger eine Perspektive der Demokratisierung als eine der Regierungseffektivität.

Ganz anders argumentiert ein Theoretiker der Informationsgesellschaft wie Castells. In einer eher klassentheoretisch inspirierten Geschichtstheorie sucht er nach der »formation of new historical subjects« und setzt seine Hoffnung in die Stärkung (»empowerment«) nicht etablierter, gegenstandsorientierter und entgrenzter *Grassroot*-Gruppierungen – allerdings nicht zur Bereicherung, sondern zur Überwindung des pluralistischen Wettbewerbs traditioneller liberaler Demokratien. Letztere hätten jenen ja gerade ihre Legitimationskrise zu verdanken (Castells 2004: 421–424).

Eine Ausweitung internetgestützter partizipativer Möglichkeiten könnte im Sinne Dahls durchaus demokratie- und legitimationsförderlich sein. Aber es ist unwahrscheinlich, dass selbst auf längere Sicht solche Möglichkeiten in ausreichendem Umfang institutionalisiert werden. Ernsthaftige Partizipation ist kostspielig. Sie belastet nicht nur die öffentlichen Haushalte, sondern sie verursacht auch für die Partizipierenden hohe Kosten. Diese gehen über das rein Zeitliche und Finanzielle hinaus, beinhalten sie doch die Möglichkeit von Macht- und Einflussverschiebungen. Das gilt natürlich auch hinsichtlich der Anpassungskosten, die institutionellen Adressaten der Partizipation entstehen können. Eine gesellschaftsweite Bereitschaft, diese Risiken auf sich zu nehmen und die möglichen Kosten zu tragen, ist nicht zu erkennen.

Auch die Nutzung moderner IKT bei Abstimmungen und Wahlen gestaltet sich weitaus schwieriger als zunächst angenommen – jedenfalls dort, wo es um *remote voting*, also nicht öffentlich kontrollierbare Wahlakte geht. Weder sind die Probleme der technischen Sicherheit noch die der Dokumentierbarkeit oder der nachträglichen Kontrollierbarkeit bislang rechtlich und technisch überzeugend gelöst. Ob schließlich durch technische Wahlverfahren die sinkende Wahlbeteiligung wieder angehoben werden kann, ist keinesfalls geklärt. Weitgehend unreflektiert bleiben bislang auch die potenziellen legitimatorischen Konsequenzen der dann anzunehmenden sozialen Selektivität der Internetnutzung bei Wahlen und Abstimmungen.

Der politische Wille zur demokratisierenden Umorganisation politischer Willenbildungs- und Entscheidungsprozesse – nicht nur mit Hilfe der neuen IKT – fehlt weitgehend. Er wäre aber eine Voraussetzung dafür, dass zumindest einige der erhofften Demokratisierungspotenziale der modernen IKT Wirkung entfalten könnten. Ein Umbau demokratischer Beteiligungsprozesse ist weniger ein technischer als ein institutionell-organisatorischer Akt (Kleinsteuber 1999). Informations- und kommunikationstechnische Instrumente sind dabei Hilfsmittel in »packages of interrelated reforms« (Schmitter et al. 2004: 121). Vor solch komplexer Umorganisation politischer Institutionen und Prozesse scheuen Politiker, Verwaltungen und etablierte, einflussreiche Interessengruppen zurück – auch, weil die Konsequenzen für die Verteilung von Machtpositionen und Einflusschancen nicht vorhersehbar sind.

Die möglichen politischen Effekte der modernen IKT mit ihren unbestrittenen Potenzialen sind also weiterhin ungewiss. Demokratisierende Transformationen erscheinen genauso möglich wie die Zementierung und Verstärkung asymmetrischer Partizipations- und Einflusschancen oder eine Chaotisierung der Politik mit ungewissen Strukturfolgen. Bei aller Offenheit der gegenwärtigen Situation zeigt sich aber auch, dass das Internet eine Herausforderung für alle an politischen Prozessen beteiligten Akteure darstellt, gegenüber der sie sich in der einen oder anderen Weise zu verhalten haben. Denn auf die Nutzung des Internets und anderer moderner IKT wird kaum einer dieser Akteure verzichten, und keiner wird sich ihrem Einfluss entziehen können.

Literatur

- Abramson, Jeffrey, 1998: The Internet and Community. In: *Annual Review of the Institute for Information Studies*, 65–80.
- Albrecht, Steffen/Maren Lübcke/Rasco Perschke/Marco Schmitt, 2005: »Hier entsteht eine neue Internetpräsenz« – Weblogs im Bundestagswahlkampf 2005. In: Jan Schmidt/Klaus Schönberger/Christian Stegbauer (Hrsg.), *Erkundungen des Bloggens: Sozialwissenschaftliche Ansätze und Perspektiven der Weblogforschung*. Sonderausgabe von kommunikation@gesellschaft, Jg. 6.
<www.soz.uni-frankfurt.de/K.G/F1_2005_Albrecht_Luebcke_Perschke_Schmitt.pdf>
- Armstrong, Jerome/Markos Moulitsas Zúniga, 2006: *Crashing the Gate: Netroots, Grassroots, and the Rise of People-Powered Politics*. White River Junction, VT: Chelsea Green.
- Bieber, Christoph, 1999: *Politische Projekte im Internet*. Frankfurt a.M.: Campus.
- Braun, Nadja, 2004: E-Voting: Switzerland's Projects and their Legal Framework – in a European Context. In: Alexander Prosser/Robert Krimmer (Hrsg.), *Electronic Voting in Europe: Technology, Law, Politics and Society*. Bonn: Gesellschaft für Informatik, 43–52.
- Buchstein, Hubertus/Harald Neymanns, 2002: Einleitung. In: Hubertus Buchstein/Harald Neymanns (Hrsg.), *Online-Wahlen*. Opladen: Leske + Budrich, 7–22.
- Budge, Ian, 1996: *The New Challenge of Direct Democracy*. Cambridge, MA: Blackwell.
- Bundesrat, Schweizerischer, 2006: *Bericht über die Pilotprojekte zum Vote électronique*. Bern: Schweizerischer Bundesrat.
- Castells, Manuel, 2000: *The Rise of the Network Society. The Information Age: Economy, Society and Culture, Vol. 1*. Zweite Auflage. Malden: Blackwell Publishing.
- , 2004: *The Power of Identity. The Information Age: Economy, Society and Culture, Vol. 2*. Zweite Auflage. Malden: Blackwell Publishing.
- Cornfield, Michael/F. Christopher Arterton, 1997: »Is this for Real?« *Democratic Politics and the Internet: The Internet as Paradigm*. Nashville, TN: Institute for Information Studies, 85–101.
- Dahl, Robert A., 1956: *A Preface to Democratic Theory*. Charles R. Walgreen Foundation Lectures. Chicago: The University of Chicago Press.
- , 1989: *Democracy and its Critics*. New Haven: Yale University Press.
- , 1996: *The Future of Democratic Theory*. Estudios/Working Papers Bd. 1996/90. Madrid: Centro de Estudios Avanzados en Ciencias Sociales (CEACS).
- DiMaggio, Paul, et al., 2001: Social Implications of the Internet. In: *Annual Review of Sociology* 27, 307–336.
- Eveland, William P./Sharon Dunwoody, 2000: Examining Information Processing on the World Wide Web Using Think Aloud Protocols. In: *Media Psychology* 23, 219–244.
- Finney, Colin, 1999: Extending Public Consultation via the Internet: The Experience of the UK Advisory Committee on Genetic Testing Electronic Consultation. In: *Science and Public Policy* 26, 361–373.
- Geser, Hans, 2002: *E-Voting Projects in Switzerland*. Sociology in Switzerland, Online Publications. <http://socio.ch/intcom/t_hgeser12.htm>
- , 2004a: *Der Nationalstaat im Spannungsfeld sub- und transnationaler Online-Kommunikationen*. Sociology in Switzerland, Online Publications, Version 2.0, Juni 2004.
<http://socio.ch/intcom/t_hgeser10.htm>
- , 2004b: Internet und politische Demokratie. In: *Soziologische Revue* 27, 177–185.

- Geser, Hans/Evelina Bühler-Ilieva, 2006: Soziologie des Internets. In: *Soziologische Revue* 29, 374–383.
- Grunwald, Armin, et al., 2006: *Netzöffentlichkeit und digitale Demokratie: Tendenzen politischer Kommunikation im Internet*. Berlin: edition sigma.
- Hamann, Götz, 2006: Die Eingeborenen des Internet. In: *Die Zeit*, 16. März 2006, 21–22.
- Hanßmann, Anika, 2004: *Möglichkeiten und Grenzen von Internetwahlen*. Baden-Baden: Nomos.
- Hill, Kevin A./John E. Hughes, 1998: *Cyberpolitics*. Lanham: Rowman & Littlefield.
- Jasanoff, Sheila, 2003: Accounting for Expertise. In: *Science and Public Policy* 30, 157–162.
- Kastenholz, Hans/Gerhard Fuchs/Bernhard Bubeck, 2003: Political Participation and the Internet: Opportunities and Limits of Electronic Democracy. In: Gotthard Bechmann/Bettina-Johanna Krings/Michael Rader (Hrsg.), *Across the Divide*. Berlin: edition sigma, 253–267.
- Klarenberg, Paul, 2002: Eine Public-Key Infrastruktur für die öffentliche Verwaltung. In: *Fachzeitschrift des Kompetenzzentrums eGovernment* 02, 23–24.
- Kleinsteuber, Hans J., 1999: Elektronische Demokratie: Visionen einer technischen Erneuerung des politischen Systems? In: Olga Drossou/Kurt van Haaren/Detlev Henschel (Hrsg.), *Machtfragen der Informationsgesellschaft*. Marburg: BdWi-Verlag, 29–45.
- Krauch, Helmut, 1972: *Computer-Demokratie*. Düsseldorf: Verlag des Vereins Deutscher Ingenieure.
- Mayntz, Renate, 1993: Große Technische Systeme und ihre gesellschaftstheoretische Bedeutung. In: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 45, 97–108.
- Needham, Catherine, 2001: *E-Consultation in the UK and the USA: Electronic Democracy beyond the Vote*. Konferenzbeitrag. ECPR Joint Sessions of Workshops, Grenoble, 6–11. April 2001.
- Norris, Pippa, 2001: *Digital Divide: Civic Engagement, Information Poverty, and the Internet Worldwide*. Cambridge: Cambridge University Press.
- , 2003: *Will New Technology Boost Turnout? Evaluating Experiments in E-Voting v. All-Postal Voting Facilities in UK Local Elections*. Konferenzbeitrag. Minda de Gunzberg Center for European Studies, Harvard University, 20. Oktober 2003.
- Oostveen, Anne-Marie/Peter van den Besselaar, 2004: Security as Belief: User's Perceptions on the Security of Electronic Voting Systems. In: Alexander Prosser/Robert Krimmer (Hrsg.), *Electronic Voting in Europe: Technology, Law, Politics and Society*. Workshop of the ESF TED Programme together with GI and OCG, Schloss Hofen/Bregenz, Lake of Constance, Austria, 7–9 July 2004. Bonn: Gesellschaft für Informatik, 73–90.
- Pool, Ithiel de Sola 1983: *Technologies of Freedom*. Cambridge, MA: The Belknap Press.
- Putnam, Robert D., 2000: *Bowling Alone: The Collapse and Revival of American Community*. New York: Simon & Schuster.
- Resnick, Paul, 2005: Impersonal Sociotechnical Capital, ICTs, and Collective Action among Strangers. In: William H. Dutton et al. (Hrsg.), *Transforming Enterprise: The Economic and Social Implications of Information Technology*. Cambridge, MA: The MIT Press, 399–411.
- Rheingold, Howard, 2002: *Smart Mobs: The Next Social Revolution*. Cambridge, MA: Basic Books.
- Schattschneider, Elmer E., 1975 (1960): *The Semisovereign People*. Hinsdale, IL: The Dryden Press.

- Scheufele, Dietram A./Matthew C. Nisbet, 2002: Being a Citizen Online: New Opportunities and Dead Ends. In: *Press/Politics* 7, 55–75.
- Schmitter, Philippe C./Alexander H. Trechsel (Co-ordinators), 2004: *The Future of Democracy in Europe: Trends, Analyses and Reforms*. A Green Paper for the Council of Europe. Straßburg: Council of Europe Publishing.
- Schneider, Steven M., 2000: *Political Portals and Democracy: Threats and Promises*. Democràcia.web, May 22, 2000. <www.democraciaweb.org/demo2paper15.htm>
- Stanley, J. Woody/Christopher Weare, 2004: The Effects of Internet Use on Political Participation. In: *Administration & Society* 36, 503–527.
- Trénel, Matthias, 2005: *Facilitating Deliberation Online: What Difference does it Make?* Draft paper submitted to the 2nd Annual Conference on Online Deliberation, Stanford, CA, 20–22 May 2005. Berlin: Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB).
- Wilhelm, Anthony G., 2004: *Digital Nation: Toward an Inclusive Information Society*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Zavestoki, Stephen/Stuart Shulman/David Schlosberg, 2006: Democracy and the Environment on the Internet: Electronic Citizen Participation in Regulatory Rulemaking. In: *Science, Technology & Human Values* 31, 383–408.
- Zittel, Thomas, 2007: Participatory Democracy and Political Participation In: Thomas Zittel/Dieter Fuchs (Hrsg.), *Participatory Democracy and Political Participation: Can Participatory Engineering Bring Citizens Back in?* London: Routledge, 9–28.

Das Internet und die parteiinterne Demokratie¹

Hans Geser

1 Einleitung

Die neuen computergestützten Medien sind für Parteien und andere freiwillige Vereinigungen von besonders großer Bedeutung, weil sie dank ihrer Polyvalenz in der Lage sind, auf derselben technischen Plattform alle für den Systembetrieb notwendigen (horizontalen und vertikalen) Kommunikationsflüsse zu unterstützen, von räumlich-zeitlichen und sozialen Restriktionen unabhängiger zu machen und in einen durchlässigen Gesamtzusammenhang zu integrieren (Geser 2001).

Die *E-Mail* erweist sich dabei als soziologisch besonders bedeutsam, weil sie im Unterschied zu konventionellen Einwegmedien (und auch dem WWW) einen echt interaktiven Austausch erlaubt, und im Unterschied zum Telefon

- nicht nur dialogische, sondern auch multilateral-gruppenbezogene Kommunikationen ermöglicht;
- den Nutzern die Chance gibt, beliebig komplexe und auch multimedial konzipierte Botschaften auszutauschen;
- dank ihrer Asynchronizität überlegtere, weniger von momentanen Emotionen und Einfällen bestimmte Reaktionen begünstigt;
- komplexe, kumulativ voranschreitende Diskussions-, Kooperations- und Entscheidungsprozesse unterstützt, insofern alle vorangehenden Kommunikationsbeiträge gespeichert und allen Beteiligten jederzeit zugänglich sind.

Mit der wachsenden Ausbreitung der neuen Internetmedien verbinden sich nicht zu Unrecht mannigfache Hoffnungen auf eine gewisse Dezentralisierung der Machtverhältnisse: sei es im makropolitischen Raum, wo jetzt beliebig kleine Gruppen und Einzelindividuen über dieselben technischen Möglichkeiten wie der Staat und die großen Organisationen verfügen, um ihre Stimme weltweit öffentlich zu machen und wirkungsvolle Kampagnen zu organisieren (vgl. Geser

¹ Diese Arbeit ist im Rahmen des Projekts »Aktuelle Entwicklungstrends der Kommunalparteien und Kommunalpolitik« entstanden, das vom Schweizerischen Nationalfonds vom Mai 2002 bis August 2004 gefördert wurde (Projekt-Nr. 1214-064857).

1996); sei es auf der Mesebene einzelner Verbände oder Parteien, wo das »eiserne Gesetz der Oligarchie« bisher zumindest teilweise durch die konventionellen »One-to-many-Medien« verursacht war, dank denen die Führungsspitze ein uneingeschränktes Kommunikationsmonopol durchsetzen konnte.

Andererseits gibt es auch viele theoretische (und mit dem Voranschreiten der Forschung zunehmend auch empirische) Gründe, um an derart optimistischen Annahmen zu zweifeln.

Auf fundamentalster *theoretischer* Ebene muss der *technologische Determinismus*, der hinter solchen Voraussagen steht, grundsätzlich zurückgewiesen werden. Denn das Internet ist aufgrund seiner funktionalen Universalität eher ein neutrales Werkzeug, das zur Unterstützung beliebiger Kommunikationsstrukturen in Anspruch genommen werden kann, niemals aber ist es ein Kausalfaktor, der aufgrund intrinsisch-technischer Eigenheiten ganz bestimmte Anwendungsweisen erzwingt.

Konkreter bedeutet dies im Falle freiwilliger Vereinigungen beispielsweise, dass

- ein auf traditionelle Kommunikationsmittel und Organisationsverfahren festgelegter Parteiapparat gar nicht in der Lage ist, die neuen Möglichkeiten der Netzmedien adäquat zu nutzen (Hetterich 2000: 128ff.; Wiesendahl 2002: 381);
- die Dominanz einer gut etablierten zentralistischen Führung noch erhöht werden kann, wenn die Leitungsorgane nun neben den konventionellen Medien auch noch Websites und E-Mails verwenden, um den peripheren Mitgliedern ihre Meinungen, Empfehlungen und Weisungen zur Kenntnis zu bringen (vgl. zum Beispiel Mantovani 1994);
- eine bereits vorher um mehr Einfluss ringende Schicht von Aktivisten (*geek adboocracy*) die neuen Medien nutzen kann, um ihre Stellung innerhalb des Kollektivs zu verstärken (Klein 2000);
- basisdemokratisch oder anarchistisch gesinnte »neue soziale Bewegungen« (wie zum Beispiel die aktuellen »Antiglobalisten«) das Internet dazu verwenden können, um mit noch weniger Führerschaft als bisher auszukommen und ihre informell-polyzentrische Binnenorganisation zu akzentuieren.

Auch in solchen Fällen würde man empirische Kovarianzen zwischen Internetgebrauch und Organisationsstrukturen registrieren. Aber bei deren Interpretation müsste man darauf achten, die Verwendung der neuen Medien eher als eine konditionierende oder gar abhängige Variable (anstatt als determinierenden Kausalfaktor) zu betrachten.

Empirisch relevant ist zudem die Beobachtung, dass wir uns noch auf unabsehbare Zeit in einer intermediären Phase befinden, in der

- a. beträchtliche Prozentanteile der in Betracht kommenden Organisationsmitglieder die neuen Medien überhaupt noch nicht benutzen;
- b. die Nutzer selber momentan häufig noch keine stabilen Gebrauchsformen ausgebildet haben, da sie erst dabei sind, die Möglichkeiten der neuen Medien (die sich aufgrund neuer Entwicklungen auf Software- und Hardware-Ebene ja laufend ändern) zu explorieren.

Wegen solcher *digital divides* könnten sehr wohl temporäre Ungleichheiten an Macht und Einfluss entstehen, die später, wenn der Gebrauch des Mediums ubiquitär geworden ist und sich gut eingespielt hat, möglicherweise wieder verschwinden.

Trotz all dieser Bedenken ist aber nicht auszuschließen, dass die neuen Medien zumindest auf längere Sicht durchaus eigenständige soziostrukturelle Wirkungen entfalten. Denn wenn auch ihre initiale Einführung unbestreitbar starken kontextuellen und individuellen Einflüssen unterliegt und von *ex ante* bestehenden Motiven und Zielsetzungen gesteuert wird, so ist ebenso unzweifelhaft, dass sie selber wiederum die Ausgangsbasis für neue Partizipationsbedürfnisse und Kommunikationsstrukturen bilden.

2 »Vertikaler« und »horizontaler« Gebrauch der E-Mail in lokalen Parteiorganisationen

Im Folgenden wird die Frage gestellt, ob es zwischen dem *Gebrauch von E-Mail* und der *Verteilung von Einfluss* in Schweizer Lokalparteien signifikante statistische Korrelationen gibt, und – ein ungleich schwierigeres Problem – ob es vielleicht möglich ist, die E-Mail als mitverursachenden (beziehungsweise mitbedingenden) Faktor für derartige Unterschiede haftbar zu machen.

Dabei sollen zwei Modi der E-Mail-Verwendung unterschieden werden:

1. der »vertikale« Gebrauch des Mediums im Verhältnis zwischen Führungsspitze und Mitgliederschaft;
2. der »horizontale« Gebrauch des Mediums als Kommunikationsmittel innerhalb des Parteivorstands.

Beim »vertikalen« E-Mail-Gebrauch ist grundsätzlich davon auszugehen, dass je nach der vorrangigen Richtung der Kommunikation zentralisierende oder dezentralisierende Wirkungen entstehen können. So kann die Dominanz der Leitungsorgane (Vorstand beziehungsweise Präsident) sehr wohl zunehmen, wenn die E-Mail vorrangig als Medium der *Abwärtskommunikation* Verwendung findet, das zusätzlich zu bisherigen Einwegmedien dazu dient, die Mitglieder

über die Meinungen, Absichten und Entscheidungen der Parteiführung zu informieren oder sie zur Teilnahme an kollektiven Aktivitäten zu mobilisieren. Umgekehrt aber wären basisdemokratische Effekte zu erwarten, wenn *Aufwärtskommunikation* überwiegt: indem die peripheren Mitglieder das neue Medium als niederschwellig zugänglichen Kanal nutzen, um gegenüber der Leitungsspitze Präferenzen, Vorschläge und Kritik zum Ausdruck zu bringen.

Als »horizontales« Kommunikationsmittel dürfte die E-Mail eher eine Stärkung der repräsentativdemokratischen Elemente innerhalb der Partei begünstigen, da sie die Fähigkeiten der Parteigremien zum kollektiven Entscheiden und Handeln erweitert und verstärkt. So wird es den Vorstandsmitgliedern beispielsweise möglich,

- auch *zwischen* den Sitzungen multilaterale Kontakte aufrechtzuerhalten (und mancherlei Entscheidungen auf dem früher sehr mühseligen »Formularweg« zu treffen);
- durch raschen und vollständigen Austausch von schriftlichen Unterlagen sich besser auf ihre Sitzungen vorzubereiten;
- auch bei Abwesenheit an den Diskussions- und Entscheidungsprozessen des Gremiums teilzunehmen;
- über ein größeres Spektrum von Fragen und Anträgen die Konsenschancen im Gremium zu sondieren und damit als Kollektiv insgesamt mehr Initiativen zu entfalten;
- rascher (und gemeinsam statt als Einzelner) auf kritische Anfragen von der Parteibasis zu reagieren.

Bei beiden Richtungen digitaler Kommunikationsflüsse stellt sich in *zweiter Linie* die Frage, unter welchen intervenierenden Rahmenbedingungen sie mehr oder weniger starke Wirkungen entfalten. In der vorliegenden Analyse beschränken wir uns dabei auf den Aspekt der *Organisationsgröße* (operationalisiert durch die Zahl aktiver Mitglieder), die gemäß bisherigen Forschungsbefunden in hohem Maße den Zusammenhang zwischen Interaktions- und Strukturebene bestimmt (vgl. zum Beispiel Marcus 1964; Carter 1984; Geser et. al. 1994: passim). So ist damit zu rechnen, dass sich die Verteilung von Einfluss innerhalb einer formalen Organisation nur unterhalb bestimmter Größenschwellen aus den laufenden Interaktionsprozessen bestimmt, während in umfangreicheren Kollektiven formale Regelstrukturen und hierarchische Kompetenzordnungen für relativ interaktionsunabhängige Machtstrukturen sorgen (Carter 1984). Allerdings stellt sich angesichts der geringen absoluten Größe der Schweizer Lokalparteien die berechtigte Frage, ob solche Effekte starker Formalisierung vielleicht erst in überlokalen Parteiorganisationen (auf Kantons- oder Bundesebene) in Erscheinung treten.

Drittens bieten die verfügbaren Daten eine günstige Gelegenheit, um nach den funktionalen und kausalen Interdependenzverhältnissen zwischen Onlinekommunikation und konventioneller Offlinekommunikation (in Form von Sitzungen und Versammlungen) zu fragen.

Für Lokalparteien gilt ganz besonders, dass die neue Netzkommunikation in ein dichtes präexistierendes Feld primärer *Face-to-Face*-Kommunikation integriert werden muss, das in hohem Maße auch sozio-emotionale Funktionen (zum Beispiel der »Geselligkeit«) erfüllt, die infolge der räumlichen Nähe der Teilnehmer immer relativ leicht zugänglich bleiben (vgl. Wiesendahl 2002: 365). Daraus ließe sich ableiten, dass zwischen E-Mail-Kommunikation und diesen basaleren Primärinteraktionen eher komplementäre (statt substitutive) Funktionsverhältnisse bestehen. Konkret bedeutet dies beispielsweise, dass die (Kurz-)Kommunikation per E-Mail leichter fällt, weil »offline« bereits sehr weitgehende Vorverständigungen und Konsensleistungen erzeugt worden sind, und dass ihr Hauptnutzen darin besteht, Sitzungen und Versammlungen vorzubereiten und insgesamt von instrumentalen Aufgaben derart zu entlasten, dass mehr Zeit für expressiv-gesellige Aktivitäten übrig bleibt.

Andererseits ist aber ebenso unbestritten, dass heutige Lokalparteien einem Trend der interaktionellen Ausdünnung unterliegen, in dem sich wahrscheinlich generellere Erosionstendenzen des »Sozialkapitals« in einer zunehmend individualisierten Gesellschaft widerspiegeln (vgl. zum Beispiel Putnam 2000). Diese Entwicklungen werden empirisch zum Beispiel darin sichtbar, dass die Frequenz von Sitzungen und Versammlungen geringer wird (Geser 2004a), dass formalisierte Parteiorgane verkleinert oder sogar ganz eliminiert werden (Geser 2004b), und dass der Zustrom neuer Aktivmitglieder teilweise nahezu versiegt (Ladner/Meuli 2005; Geser 2003). Dies könnte umgekehrt bedeuten, dass die Onlinemedien primär in ihrer substitutiven (beziehungsweise kompensativen) Funktion benötigt werden, um trotz immer seltenerer Zusammenkünfte einen minimalen Informations- und Integrationsgrad zu sichern.

3 Methodologie

Die nachfolgend präsentierten Ergebnisse beruhen auf zwei praktisch identischen empirischen Untersuchungen, die im Herbst 1989 und im Herbst 2002 vom Soziologischen Institut der Universität Zürich durchgeführt worden sind. In beiden Fällen wurden alle (circa 5.000) Ortsparteien in den Gemeinden aller drei Sprachregionen der Schweiz einbezogen. Den Vorsitzenden dieser lokalen Gruppierungen wurde ein umfangreicher Fragebogen zugeschickt, in dem sie

Tabelle 1 »Vertikaler« E-Mail-Verkehr in den Lokalparteien: Prozentsatz der lokalen Parteimitglieder, die vom Parteivorstand regelmäßig per E-Mail erreichbar sind, nach Gemeindegröße (Prozentanteile der Ortsparteien)

Gemeindegröße	Prozentsatz der erreichbaren Mitglieder				
	0	1–40	41–60	61–80	über 80
bis 3.000	71,9	11,0	7,2	6,3	3,6
3.000–10.000	56,3	16,5	12,3	9,8	5,2
über 10.000	53,0	20,4	11,1	8,6	7,0
Total	63,2	14,5	9,7	8,0	4,7

Tabelle 2 »Horizontaler« E-Mail-Verkehr in den Lokalparteien: Prozentsatz der Vorstandsmitglieder, die regelmäßig per E-Mail miteinander kommunizieren, nach Gemeindegröße (Prozentanteile der Ortsparteien)

Gemeindegröße	Prozentsatz der Vorstandsmitglieder					
	0	1–40	41–60	61–80	81–99	100
bis 3.000	37,8	12,7	14,1	14,1	3,8	17,5
3.000–10.000	12,7	10,9	11,8	14,0	10,8	39,7
über 10.000	6,1	9,3	9,3	14,3	13,5	47,6
Total	23,6	11,5	12,5	14,1	7,9	30,5

aufgefordert wurden, über die Anhängerbasis und Organisationsstruktur, die ideologischen und sachpolitischen Positionen, die inneren Prozesse und die externen politischen Aktivitäten der Partei detaillierte Auskünfte zu geben. Bei beiden Surveys wurden jeweils rund 2.600 Fragebogen ausgefüllt zurückgesandt (das heißt rund 50 Prozent). Bei rund 80 Prozent dieser Gruppierungen handelt es sich um die Lokalsektionen der vier landesweit tätigen großen Bundesratsparteien (FDP, CVP, SVP und SP); bei weiteren 8 Prozent um die örtlichen Filialen kleinerer Parteien und bei den restlichen 12 Prozent um autonome lokale Gruppierungen ohne Einbindung in kantonale oder nationale Organisationen.

Unter anderem wurden die Informanten im Survey 2002 gefragt,

- a. ob sich die Parteiführung regelmäßig per E-Mail an die Parteibasis wende, und, wenn dies zutrefte, welcher Prozentanteil aller Mitglieder mit diesem neuen Medium erreichbar sei (= vertikaler E-Mail-Verkehr);
- b. ob die Mitglieder des Parteivorstands untereinander mit Hilfe von E-Mail kommunizieren würden, und wenn ja, welcher Prozentanteil der Mitglieder dies tue (= horizontaler E-Mail-Verkehr).

Die Häufigkeitsauszählungen zeigen, dass die E-Mail momentan erst bei circa einem Drittel der Ortsparteien für die Kommunikation zwischen Führung und Mitgliederbasis Verwendung findet und bisher nur bei 5 Prozent zu einem wahr-

Tabelle 3 Häufigkeitsverteilung der Lokalparteien bezüglich des Einflusses verschiedener Parteiinstanzen auf sach- und personalpolitische Entscheidungen (1989 und 2002; Prozentwerte und Mittelwert)

Instanz	Summenindex des parteiinternen Einflusses							
	Jahr	0	25	50	75	100	Mittelwert	N
Parteiversammlung	1989	1	6	30	29	34	72,2	2.184
	2002	2	8	32	30	28	68,5	2.164
Aktive Parteimitglieder	1989	0	3	20	32	45	79,7	2.067
	2002	1	3	20	31	45	79,0	2.152
Parteivorstand	1989	1	2	12	24	61	85,5	2.133
	2002	0	2	10	25	63	86,8	2.078
Parteivorsitzender	1989	3	6	36	23	32	69,1	2.023
	2002	2	6	33	25	33	70,3	2.068

haft inklusiven Medium geworden ist, das praktisch alle (beziehungsweise mehr als 80 Prozent) der Parteianhänger erreicht (Tabelle 1). Überraschenderweise geht hier die französische Schweiz (mit über 47 Prozent der Sektionen) deutlich voran, während sich in den geringen Werten des Tessin (circa 29 Prozent) deutlich die bisher generell geringere Ausbreitung der Internetanschlüsse widerspiegelt.

Demgegenüber ist der E-Mail-Verkehr unter Vorstandsmitgliedern bei mehr als 75 Prozent aller Lokalsektionen verbreitet (Tabelle 2). Gegenläufig zum vertikalen Gebrauch dominiert hier der deutsche Sprachraum, wo sich in über 35 Prozent aller Parteien der Gesamtvorstand an der neuen Onlinekommunikation beteiligt – im Vergleich zu bloß 8 Prozent südlich des Gotthard und nur 12 Prozent in der Romandie. So scheinen in der deutschen Schweiz viele Ortsgruppen durch eine ungleichgewichtige Konstellation gekennzeichnet: in dem Sinne, dass die Parteiführung einerseits eine sehr moderne Binnenkommunikation, andererseits aber eine noch weitgehend konventionelle Außenkommunikation betreibt.

Zur Bestimmung der *parteiinternen Machtverhältnisse* wurden die Informanten in beiden Surveys befragt, wie viel Einfluss die Parteiversammlung, die Aktivmitglieder, der Vorstand und der Präsident auf (a) sachpolitische und auf (b) personalpolitische Entscheidungen ausüben würden. Durch Zusammenziehung beider Antworten ergibt sich für jede Instanz ein summativer Index, der von 0 (= kein Einfluss in beiden Aspekten) bis 100 (= großer Einfluss in beiden Aspekten) variiert.

An den Ergebnissen verblüffen vor allem die überaus geringen Abweichungen, die – bei allen Instanzen – zwischen beiden Erhebungszeitpunkten bestehen. In methodologischer Hinsicht mag dies als überzeugender Hinweis auf die hohe Reliabilität des Messinstrumentes gedeutet werden, und in faktischer Hinsicht als Indikator dafür, dass wir für den betrachteten Zeitraum generell von einer hohen zeitlichen Stabilität innerparteilicher Einflussstrukturen ausgehen

Tabelle 4 Häufigkeitsverteilung der Lokalparteien bezüglich der Veränderung des (sachpolitischen) Einflusses der Parteiversammlung, des Vorstands und Vorsitzenden von 1992 bis 2002 (Prozentwerte)

Instanz	Einflussveränderung seit 1992			N
	zugenommen	gleich geblieben	abgenommen	
Parteiversammlung	15	60	25	2.234
Partei Vorstand	41	49	10	2.136
Partei vorsitzender	15	60	25	2.234

müssen. Das ist eine Tatsache, die bereits ausschließt, dass auf der Ebene des Gesamtsystems allein aufgrund der Onlinemedien bedeutsame Verschiebungen in die demokratische oder oligarchische Richtung stattgefunden hätten.

Zudem wurden die Parteivorsitzenden² 2002 gefragt, in welche Richtung sich der (sachpolitische) Einfluss der Parteiversammlung, des Parteivorstands und des Parteivorsitzenden »in den letzten 10 Jahren« (das heißt seit circa 1992) verändert habe.

Während ein Vergleich der Einflussindizes beider Surveys keinen Wandel sichtbar macht (vgl. Tabelle 3), hat sich der Einfluss des Vorstands aus der subjektiven Sicht der Präsidenten (Vorsitzenden) in über 40 Prozent aller Fälle erhöht und nur in 10 Prozent aller Fälle verringert (Tabelle 4). Möglicherweise lässt sich diese Diskrepanz zumindest teilweise damit erklären, dass bei der Frage nach dem Wandel nur der Einfluss auf sachpolitische Entscheidungen angesprochen wurde, während der summative Einflussindex gleichgewichtig auch personalpolitische Aspekte mitumfasst.

5 Verbreitung der Onlinekommunikation und parteiinterne Einflussverhältnisse

In einer ersten empirischen Annäherung an unsere Fragestellung soll geprüft werden, ob und in welchem Sinne der Umfang vertikaler und horizontaler E-Mail-Kommunikation mit der aktuellen Verteilung von parteiinternem Einfluss korreliert.

Wie eingangs erwähnt (vgl. 2), lassen sich über die Wirkung *vertikaler Onlinebeziehungen* (zwischen Führungsgremien und Parteibasis) keine sicheren Vor-

² In der deutschen Schweiz als »Parteipräsidenten« bezeichnet.

Tabelle 5 Einfluss verschiedener Parteinstanzen auf sach- und personalpolitische Entscheidungen der Partei nach Verbreitung der »vertikalen« E-Mail-Kommunikation zwischen Parteivorstand und Mitgliederbasis

Instanz	Prozentsatz der per E-Mail erreichbaren Parteimitglieder					F	Sign.	Eta
	0	1–40	41–60	61–80	über 80			
Parteiversammlung	68	70	67	68	76	2.875	.022	.07
Aktive Mitglieder	78	80	81	81	88	6.559	.000	.11
Parteivorstand	86	89	86	88	87	1.693	.149	.06
Parteivorsitzender	69	72	72	71	72	.996	.408	.04

Tabelle 6 Einfluss verschiedener Parteinstanzen auf sach- und personalpolitische Entscheidungen der Partei nach Verbreitung der »horizontalen« E-Mail-Kommunikation im Parteivorstand

Instanz	Prozentsatz der per E-Mail kommunizierenden Vorstandsmitglieder						F	Sign.	Eta
	0	1–40	41–60	61–80	81–99	100			
Parteiversammlung	69	70	66	68	64	70	1.813	.107	.07
Aktive Mitglieder	75	78	81	81	79	81	3.919	.002	.10
Parteivorstand	79	87	87	88	89	90	18.895	.000	.21
Parteivorsitzender	64	71	72	70	74	74	8.434	.000	.14

aussagen formulieren, weil dieselben Wege für Top-down- wie für Bottom-up-Kommunikation Verwendung finden können. Tatsächlich bestehen nur relativ schwache statistische Korrelationen, die aber insgesamt eher eine demokratisierende (statt oligarchisierende) Wirkung nahelegen. So nimmt der Einfluss sowohl der Parteiversammlung wie der aktiven Mitglieder sprunghaft zu, wenn sich über 80 Prozent der Mitglieder an der radialen E-Mail-Kommunikation beteiligen, während die Machtpositionen des Vorstands und Präsidenten unberührt bleiben (Tabelle 5). Bezeichnenderweise ist der Machtzuwachs der Aktivmitglieder besonders signifikant, weil diese ja die neuen Medien nutzen können, um (auch) außerhalb der formellen Parteiversammlung jederzeit informellen Einfluss geltend zu machen.

Demgegenüber unterstützen die Ergebnisse von Tabelle 6 die Hypothese, dass der Parteivorstand mittels interner horizontaler Onlinekommunikation in der Lage ist, seine Einflusststellung zu steigern – und dass auch der Parteivorsitzende logischerweise wesentlich davon mitprofitiert. Bemerkenswert ist, dass Vorstand und Präsident bereits wesentlich an Macht zulegen, wenn bloß eine Minderheit des Gremiums das neue Medium nutzt. Auch die Aktivmitglieder (deren Kreis in kleineren Parteien oft fast mit dem Vorstand koinzidiert), scheinen aus dem gremieninternen E-Mail-Gebrauch Nutzen zu ziehen – nicht aber

Tabelle 7 Korrelationen zwischen der Extensität des (vertikalen und horizontalen) E-Mail-Gebrauchs und dem Einfluss verschiedener Parteinstanzen nach Umfang der aktiven Parteianhängerschaft

Instanz	Vertikale E-Mail zwischen Parteibasis und Parteiführung			Horizontale E-Mail im Parteivorstand		
	Anzahl aktive Parteianhänger			Anzahl aktive Parteianhänger		
	bis 15	16–30	über 30	bis 15	16–30	über 30
Parteiversammlung	.07*	-.02	.07	.00	-.02	-.02
Aktive Mitglieder	.14**	.06	.06	.13**	-.01	.14**
Parteivorstand	.06	-.01	.05	.25**	.13**	.14**
Parteivorsitzender	.03	.00	.10*	.14**	.10**	.09*
N	774	699	445	752	692	444

* $p < .05$ ** $p < .01$

die Parteiversammlung, deren Einfluss ungeachtet aller Wandlungen in der »Elitenkommunikation« auf demselben Niveau verharret.

Bei einem Vergleich verschiedener Größenkategorien bestätigt sich die Vermutung, dass sich Onlineinteraktionen nur in kleineren Parteigruppierungen erheblich auf die Einflussverhältnisse auszuwirken vermögen. Dies gilt einerseits für Vorstandsgremien und Präsidenten, die in Gruppen unter sechzehn Aktivmitgliedern deutlich besser in der Lage sind, ihre parteiinterne Autorität durch umfangreiche digitale Binnenkommunikation zu erhöhen, wie auch für die Aktivmitglieder selbst, die in größeren Parteien aus der vertikalen E-Mail-Kommunikation kaum mehr Gewinn zu ziehen scheinen (Tabelle 7).

Natürlich ist es voreilig, diesen empirischen Regularitäten solche – von der Kommunikationstechnologie zur Organisationsstruktur verlaufende – Kausalinterpretationen zu unterlegen. Ebenso wäre beispielsweise denkbar, dass Parteikräfte, die schon besonders intensiv und wirkungsvoll partizipiert haben, nun auch diese neuen Kommunikationschancen rascher als andere adoptieren; oder dass Parteivorstände, die aufgrund ihrer hohen kollektiven Aktivität und Kohäsion schon vorher eine sehr dominierende Rolle spielten, besonders fruchtbare Möglichkeiten für den Einsatz der E-Mail sehen.

Auch in diesem zweiten Falle wäre denkbar, dass den Onlinemedien eine zumindest konditionierende (beziehungsweise amplifizierende) Wirkung dadurch zukommen könnte, dass sie den entsprechenden Gruppen als Werkzeuge dienen, um bereits vorher existierende Machtbestrebungen besser als bisher zu realisieren. Genauso wie eine direkte Kausalität müsste sich auch eine solch mediatisierte Wirkung darin zeigen, dass die aktuell bestehenden Einflussverhältnisse nicht schon vorher bestanden, sondern sich erst innerhalb der letzten Jahre ausgebildet haben. In diesem Falle müsste man beispielsweise finden, dass Par-

Tabelle 8 Prozentsatz der Lokalsektionen, in denen der Einfluss verschiedener Parteiinstanzen (nach Ansicht des Parteivorsitzenden) im Zeitraum 1992–2002 zugenommen hat, nach Verbreitung der »horizontalen« E-Mail-Kommunikation im Parteivorstand

Instanz	Prozentsatz der per E-Mail kommunizierenden Vorstandsmitglieder						Chi-Quadrat	Sign.
	0	1–40	41–60	61–80	81–99	100		
Parteiversammlung	13	21	15	14	13	15	12.488	.254
Parteivorstand	26	39	43	46	57	45	104.088	.011
Parteivorsitzender	13	21	15	14	13	15	11.981	.294

Tabelle 9 Prozentsatz der Lokalsektionen, in denen der Einfluss verschiedener Parteiinstanzen (nach Ansicht des Parteivorsitzenden) im Zeitraum 1992–2002 zugenommen hat, nach Verbreitung der »vertikalen« E-Mail-Kommunikation zwischen Parteivorstand und Mitgliederbasis

Instanz	Prozentsatz der per E-Mail erreichbaren Parteimitglieder					Chi-Quadrat	Sign.
	0	1–40	41–60	61–80	über 80		
Parteiversammlung	14	14	21	16	19	13.335	.101
Parteivorstand	38	45	46	46	49	19.893	.011
Parteivorsitzender	14	14	21	16	19	13.335	.102

teilen mit regem vertikalen E-Mail-Verkehr innerhalb der vergangenen Jahre häufiger als andere eine *Demokratisierung* und Gruppierungen mit umfangreicher vorstandsinterner Onlinekommunikation bevorzugt eine *Oligarchisierung* ihrer inneren Machtverhältnisse erfahren haben. Die Ergebnisse legen den Schluss nahe, dass vor allem das zweite in hohem Maße zutrifft: Gruppierungen mit gut vernetzten Vorständen vermehren sehr viel häufiger, dass innerhalb der letzten zehn Jahre ein Einflusszuwachs dieses selben Vorstandsgremiums stattgefunden habe (Tabelle 8).

Umgekehrt scheint die Parteiversammlung eher von der Einführung vertikaler E-Mail-Kontakte zu profitieren. Ähnliches trifft allerdings auch für den Vorstand zu, der selbst dann, wenn er nur mit einer Minderheit der Basismitglieder via Internet kommunizieren kann, erheblich häufiger eine Steigerung seiner Einflussposition realisieren konnte (Tabelle 9).

Nur teilweise bestätigt sich die Hypothese, dass sich der technisch induzierte Strukturwandel auf kleine Parteigruppierungen beschränkt. Zwar scheinen Parteivorstände (in Übereinstimmung mit der synchronen Vergleichsanalyse in Tabelle 7) hier die besten Möglichkeiten zur Steigerung ihrer Autorität zu finden; aber umgekehrt scheint die Parteibasis (beziehungsweise die Parteiversammlung) eher in größeren Parteisektionen von den Möglichkeiten digitaler Aufwärtskom-

Tabelle 10 Korrelationen zwischen der Extensität des (vertikalen und horizontalen) E-Mail-Gebrauchs und der Veränderung des Einflusses verschiedener Parteiinstanzen (1992–2002) nach Ansicht des Parteivorsitzenden, nach Umfang der aktiven Parteianhängerschaft

Instanz	Vertikale E-Mail zwischen Parteibasis und Parteiführung			Horizontale E-Mail im Parteivorstand		
	Anzahl aktive Parteianhänger			Anzahl aktive Parteianhänger		
	bis 15	16–30	über 30	bis 15	16–30	über 30
Parteiversammlung	.06	.07*	.15**	.02	–.07	.04
Parteivorstand	.10**	.07	.05	.22**	.13**	.18**
Parteivorsitzender	.03	.07	.15**	.12**	.08*	.11*
N	836	727	463	827	729	467

* $p < .05$ ** $p < .01$

munikation zu profitieren (Tabelle 10). Auch der Parteivorsitzende erhält in diesen umfangreicheren Gruppen offenbar zusätzliche Einflusschancen; vielleicht weil er sich über vertikale Onlinekanäle in »cäsaristischer« Weise unabhängig vom Vorstandsgremium direkt an die Mitgliederbasis wenden kann.

Eine dritte Überprüfungsmöglichkeit unserer Hypothesen bietet sich dadurch, dass man die zu den beiden Erhebungszeitpunkten bestehenden (oder genauer: vom jeweiligen Parteivorsitzenden wahrgenommenen) parteiinternen Einflussverhältnisse miteinander vergleicht. Diese Analyse muss sich allerdings auf die rund 1.000 Ortssektionen beschränken, die an beiden Umfragen teilgenommen haben.

Die Ergebnisse sind mit den beiden vorangehenden empirischen Zugängen in hohem Maße konsistent. So unterstützen die Zahlen in Tabelle 11 die Vermutung, dass mit der Verbreitung vertikaler Onlinekommunikation eher demokratisierende Wirkungen verbunden sind. Denn der Prozentsatz der Sektionen, in denen die Parteiversammlung an Einfluss hinzugewonnen hat, steigt mit dem Umfang ihrer Verwendung deutlich an. Analog dazu zeigt sich in Tabelle 12, dass Parteivorstände von der internen E-Mail-Verwendung zumindest in dem Sinne profitieren, dass sie seltener eine Verminderung ihrer Autoritätsposition haben hinnehmen müssen. Demgegenüber fehlt es auch hier an Hinweisen dafür, dass mit dem Ausbau vertikaler Onlinekontakte irgendeine Veränderung in der Stellung des Vorstands einhergehen würde, oder dass die Parteiversammlung aufgrund eines extensiven vorstandsinternen E-Mail-Gebrauchs an Einfluss verliert.

Tabelle 11 Veränderungen im Einfluss der Parteiversammlung und des Parteivorstandes zwischen beiden Umfragezeitpunkten (1989 und 2002), nach Verbreitung der »vertikalen« E-Mail-Kommunikation zwischen Parteivorstand und Mitgliederbasis

Veränderung im Einfluss der Parteiversammlung	Prozentsatz der per E-Mail erreichbaren Parteimitglieder					Chi-Quadrat	Sign.
	0	1-40	41-60	61-80	über 80		
zugenommen	26	30	33	38	43	17.785	.025
gleich geblieben	36	31	27	15	24		
abgenommen	38	39	40	47	33		
Veränderung im Einfluss des Parteivorstandes						Chi-Quadrat	Sign.
zugenommen	27	24	27	32	19	5.170	.739
gleich geblieben	50	57	53	49	52		
abgenommen	23	20	20	18	29		

Tabelle 12 Veränderungen im Einfluss der Parteiversammlung und des Parteivorstandes zwischen beiden Umfragezeitpunkten (1989 und 2002), nach Verbreitung der »horizontalen« E-Mail-Kommunikation im Parteivorstand

Veränderung im Einfluss der Parteiversammlung	Prozentsatz der per E-Mail kommunizierenden Vorstandsmitglieder						Chi-Quadrat	Sign.
	0	1-40	41-60	61-80	80-99	100		
zugenommen	24	22	29	30	35	31	7.190	.707
gleich geblieben	35	33	31	35	27	31		
abgenommen	41	45	41	35	38	38		
Veränderung im Einfluss des Parteivorstandes						Chi-Quadrat	Sign.	
zugenommen	23	29	25	31	22	26	25.464	.005
gleich geblieben	41	47	52	48	58	58		
abgenommen	37	24	23	21	20	16		

In Übereinstimmung mit der subjektiven Einschätzung der Informanten (vgl. Tabelle 10) zeigt sich in weiteren Analysen, dass sowohl die Parteiversammlung wie der Parteivorsitzende vor allem in größeren Gruppierungen aus dem vertikalen E-Mail-Verkehr einen Machtzuwachs bezogen haben – während der Einflusszuwachs des Vorstands nicht erkennbar mit der Parteigröße kovariert.

6 Elektronische Kommunikation und konventionelle Versammlungsaktivitäten

6.1 Summativ-kumulative Wirkungen

In einer früheren Studie konnte nachgewiesen werden, dass die Einflussverhältnisse in Lokalparteien relativ deutlich mit der Häufigkeit von Versammlungen und Sitzungen korrelieren. Erwartungsgemäß hat die Parteiversammlung umso mehr Gewicht, je öfter sie tagt, und das Gewicht des Parteivorstands als Führungsorgan ist am höchsten, wenn er vierzehntäglich oder gar wöchentlich (anstatt nur monatlich oder noch seltener) zusammentritt (vgl. Geser et al. 1994: 189ff.). So stellt sich die Frage, auf welche Weise die neuen Onlinekommunikationen in dieses bereits bestehende Feld konventioneller innerparteilicher Kommunikation eintreten und es modifizieren: vielleicht indem sie rein additiv als zusätzliche Kausalfaktoren wirksam werden; vielleicht als Komplementärfaktoren, die die bisherige Wirkung der Sitzungsaktivität noch akzentuieren, oder schließlich: indem sie die Relevanz bisheriger Offlinekommunikation abschwächen und substitutiv zu ihnen in den Vordergrund treten.

Eine erste Klärung dieser Fragen ergibt sich dadurch, dass man einerseits die statistischen Erklärungseffekte der Offlinekommunikationen zu beiden Erhebungszeitpunkten miteinander vergleicht und andererseits in der neuen Untersuchung 2002 die Kausalwirkungen der Offline- und Onlinefaktoren voneinander separiert.

Was die *Parteiversammlung* betrifft, so wird deren Einflusststellung überwiegend durch die Zahl der jährlich durchgeführten Vollversammlungen bestimmt: eine Korrelation, die sich während des dreizehnjährigen Beobachtungszeitraums noch beträchtlich erhöhte. Praktisch verschwunden ist demgegenüber der negative Effekt, der 1989 noch von der Zahl der Vorstandssitzungen ausgegangen ist. Während die vertikalen E-Mail-Kontakte zwischen Vorstand und Basis ohne jede Bedeutung sind, scheint vom vorstandsisernen E-Mail-Gebrauch eine leicht negative Wirkung auszugehen (die allerdings nur sichtbar wird, wenn man die Häufigkeit von Versammlungen und Sitzungen statistisch kontrolliert; Tabelle 13).

Auch der Einfluss der aktiven Parteimitglieder nimmt mit zunehmender Frequenz von allgemeinen Parteiversammlungen zu; unabhängig davon aber auch dann, wenn zwischen Vorstand und Basis ausgedehnte E-Mail-Kontakte bestehen. Ganz offensichtlich hat sich die Relevanz der Versammlungsaktivitäten mit der Einführung elektronischer Kommunikationsmedien reduziert (Tabelle 14).

Die Einflussposition des Vorstands ist mehr als diejenige aller anderen Parteiinstanzen durch die Gesamtheit der parteiinternen Kommunikationsverhält-

Tabelle 13 Einfluss der Sitzungstätigkeit und der E-Mail-Kommunikation auf die Machtposition der Parteiversammlung, multivariate Regressionsmodelle (Beta-Koeffizienten)

	Modell I 1989	Modell I 2002	Modell II 2002	Modell III 2002
Zahl Parteiversammlungen pro Jahr	+.14***	+.20***	–	+.20***
Zahl der Vorstandssitzungen pro Jahr	–.07**	–.04	–	–.04
E-Mail-Verbreitung zwischen Vorstand und Mitgliedern		–	+.05	+.03
E-Mail-Verbreitung im Vorstand		–	–.02	–.06*
R-Quadrat des Gesamtmodells	.016	.038	.010	.040

* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$

Tabelle 14 Einfluss der Sitzungstätigkeit und der E-Mail-Kommunikation auf die Machtposition der aktiven Parteimitglieder, multivariate Regressionsmodelle (Beta-Koeffizienten)

	Modell I 1989	Modell I 2002	Modell II 2002	Modell III 2002
Zahl Parteiversammlungen pro Jahr	+.17***	+.11***	–	+.10***
Zahl der Vorstandssitzungen pro Jahr	–.05*	+.02	–	+.01
E-Mail-Verbreitung zwischen Vorstand und Mitgliedern	–	–	+.08**	+.06*
E-Mail-Verbreitung im Vorstand	–	–	–.05*	+.03
R-Quadrat des Gesamtmodells	.024	.013	.012	.018

* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$

nisse bestimmt. Offensichtlich hat er es in der Hand, seine Stellung zu festigen, indem er häufigere Sitzungen abhält und die Onlinekommunikation unter seinen Mitgliedern intensiviert. Umgekehrt büßt er an Bedeutung ein, wenn sich die Parteiversammlung durch häufigere Zusammenkünfte in den Vordergrund drängt, und auch die Einbindung der Parteibasis in vertikale Onlinekontakte hat eine leicht negative Wirkung, die aber bei statistischer Kontrolle der Sitzungsfrequenzen ihre Signifikanz verliert (Tabelle 15).

Im Gegensatz zur Parteiversammlung und den Aktivmitgliedern kumulieren die Kausaleinflüsse der Offline- und Onlinefaktoren, anstatt sich zu substituieren. Mit anderen Worten: Dank der neuen digitalen Medien verfügen Parteivorstände über mehr Instrumente als früher, um ihre Autoritätsstellung mittels kommunikativer Strategien zu erhöhen.

In erheblich geringerem Umfang scheint auch der Parteivorsitzende, dessen Stellung nicht von der Versammlungs- und Sitzungsaktivität berührt zu werden scheint, von den neuen Medien zu profitieren (Tabelle 16). Möglicherweise bie-

Tabelle 15 Einfluss der Sitzungstätigkeit und der E-Mail auf die Machtposition des Parteivorstands, multivariate Regressionsmodelle (Beta-Koeffizienten)

	Modell I 1989	Modell I 2002	Modell II 2002	Modell III 2002
Zahl Parteiversammlungen pro Jahr	-.14***	-.06**	-	-.08***
Zahl der Vorstandssitzungen pro Jahr	+.13***	+.14***	-	+.12***
E-Mail-Verbreitung zwischen Vorstand und Mitgliedern	-	-	-.05*	-.04
E-Mail-Verbreitung im Vorstand	-	-	+.21***	+.18***
R-Quadrat des Gesamtmodells	.023	.021	.040	.048

* p < .05 ** p < .01 *** p < .001

Tabelle 16 Einfluss der Sitzungstätigkeit und der E-Mail auf die Machtposition des Parteivorsitzenden, multivariate Regressionsmodelle (Beta-Koeffizienten)

	Modell I 1989	Modell I 2002	Modell II 2002	Modell III 2002
Zahl Parteiversammlungen pro Jahr	-.08**	-.02	-	-.03
Zahl der Vorstandssitzungen pro Jahr	+.00	+.03	-	+.00
E-Mail-Verbreitung zwischen Vorstand und Mitgliedern	-	-	-.01	+.01
E-Mail-Verbreitung im Vorstand	-	-	+.13***	+.10***
R-Quadrat des Gesamtmodells	.006	.002	.015	.011

* p < .05 ** p < .01 *** p < .001

tet ihm die elektronische Kommunikation innerhalb des Vorstands vermehrte Möglichkeiten, zu beliebigen Zeitpunkten eigene Initiativen ins Gremium hineinzufragen und im multilateralen Austausch koordinative Funktionen auszuüben. Da Onlinegruppen bekanntlich zu mehr offenem Dissens neigen und deshalb für Entscheidungsprozesse länger brauchen, ist seine autoritative Führungsrolle möglicherweise stärker als bisher gefragt (vgl. Geser 1996).

Beim Vergleich verschiedener Größenklassen bestätigt sich übrigens eindrucksvoll die Vermutung, dass sowohl konventionelle Offline- wie moderne Onlinekommunikationen nur in kleineren Parteigruppierungen die Kraft haben, die internen Einflussverhältnisse wesentlich zu determinieren – weil in größeren Parteien strukturelle, formalorganisatorische Zwänge für ein interaktionsunabhängig stabilisiertes Niveau der Oligarchisierung sorgen. Der Einfluss der Parteiversammlung wird auch in kleinen Gruppen nur in geringem Maße durch den Ausbau der digitalen Interaktionskanäle bestimmt: indem er mit dem Verbreitungsgrad vertikaler E-Mail geringfügig anwächst und sich umgekehrt leicht verringert, wenn die Parteieuxekutive sich dieses neuen Mediums bedient. Beim Parteivorstand wird die dominierende Bedeutung der Onlinekommunikation

hingegen darin sichtbar, dass sie im Falle kleiner Sektionen einen erheblich höheren Erklärungsbeitrag als die Zahl der Vorstandssitzungen leistet, und im Unterschied zur letzteren auch in größeren Ortsparteien noch signifikant mit seiner Autoritätsstellung korreliert.

6.2 Substitutive und komplementäre Interrelationen

Unter funktionalen Gesichtspunkten stellt sich das Verhältnis zwischen Offline- und Onlinekommunikationsmedien als ein komplexes Gefüge aus substitutiven und komplementären Interdependenzen dar. Zweifellos bestehen substitutive Wirkungen beispielsweise in dem Sinne,

- dass manche Vorstandssitzung ausfallen kann, weil die Mitglieder sich via E-Mail auch bei Ortsabwesenheit miteinander verständigen und manche Entscheidungen ohne Zusammenkunft auf dem »Formularweg« treffen können;
- dass trotz seltener Parteiversammlungen demokratische Mitsprache realisiert werden kann, wenn die Anhänger digitale Kanäle nutzen, um untereinander zu diskutieren und ihre Stimme gegenüber den Führungsgremien zur Geltung zu bringen.

Andererseits sind uns aus eigener Erfahrung vor allem die komplementären Relationen vertraut, die zu einer wechselseitigen Steigerung beider Kommunikationsformen Anlass geben können. So bietet jede Versammlung typischerweise Anlass dazu, um via E-Mail vorgängig Einladungen und Entscheidungsunterlagen und nachträglich Sitzungsprotokolle oder Pressestellungen zu versenden (vgl. Geser 2001). Ebenso können im elektronischen Austausch leicht zusätzliche Themen, Entscheidungsfragen und Konfliktkonstellationen entstehen, die – weil Onlinediskurse zur Konsensfindung wenig geeignet sind – nur in zusätzlichen Sitzungen ausdiskutiert und bereinigt werden können.

Im vorliegenden Kontext müssten substitutive Relationen empirisch daran erkennbar werden, dass der E-Mail-Verkehr vor allem bei niedriger Versammlungs- und Sitzungstätigkeit starke Wirkungen auf die parteiinterne Machtstruktur entfaltet, während eine intensive Offlinekommunikation hinreichend ist, um unabhängig vom elektronischen Austausch ein bestimmtes Maß an (De-)Zentralisierung zu stabilisieren.

Umgekehrt müssten komplementäre Interrelationen dazu führen, dass der Einfluss elektronischer Medien nur oberhalb einer gewissen Versammlungsdichte wirksam wird und sich mit wachsender Sitzungsfrequenz eher noch erhöht.

Aus den Ergebnissen der Tabellen 17 bis 20 wird deutlich, dass grundsätzlich substitutive (beziehungsweise kompensative) Kausalwirkungen überwiegen.

Tabelle 17 Korrelationen zwischen der Extensität des (vertikalen und horizontalen) E-Mail-Gebrauchs und dem Einfluss verschiedener Parteinstanzen 2002, nach Anzahl jährlicher Parteiversammlungen

Instanz	Vertikale E-Mail zwischen Parteibasis und Parteiführung			Horizontale E-Mail im Parteivorstand		
	Parteiversammlungen pro Jahr			Parteiversammlungen pro Jahr		
	1	2–3	4+	1	2–3	4+
Parteiversammlung	–.06	+.03	+.08*	–.10*	–.04	–.04
Parteivorstand	+.09*	+.05	–.05	+.22**	+.21**	+.16**
Parteivorsitzender	+.06	+.09	–.04	+.17**	+.12**	+.10**
N	567	778	750	606	764	708

* $p < .05$ ** $p < .01$

Tabelle 18 Korrelationen zwischen der Extensität des (vertikalen und horizontalen) E-Mail-Gebrauchs und dem Einfluss verschiedener Parteinstanzen 2002, nach Anzahl jährlicher Vorstandssitzungen

Instanz	Vertikale E-Mail zwischen Parteibasis und Parteiführung			Horizontale E-Mail im Parteivorstand		
	Vorstandssitzungen pro Jahr			Vorstandssitzungen pro Jahr		
	bis 4	5–6	7+	1	2–3	4+
Parteiversammlung	+.08	–.03	+.03	+.02	–.04	–.07
Parteivorstand	–.05	+.04	+.06	+.16**	+.09*	+.14**
Parteivorsitzender	+.05	–.02	+.07	+.11**	+.05	+.10**
N	673	578	587	668	580	582

* $p < .05$ ** $p < .01$

Die einzige Ausnahme dazu bildet die Regularität, dass der vertikale E-Mail-Verkehr nur in Parteien mit häufigen Parteiversammlungen dazu beiträgt, den Einfluss der Parteibasis zu verstärken (Tabelle 19). Umgekehrt zeigt sich aber, dass der Parteivorstand sowie der Parteivorsitzende aus dem internen E-Mail-Gebrauch am meisten Machtgewinne ziehen, wenn weniger Versammlungen und Sitzungen abgehalten werden (Tabellen 17 und 18).

Dasselbe generelle Bild erscheint noch deutlicher, wenn man anstatt der momentanen Machtstruktur den kürzlichen Wandel der Einflussverhältnisse analysiert. Offensichtlich haben Gruppierungen mit reger Versammlungstätigkeit ihren Führungsgremien wenig Spielraum geboten, um ihre Autorität mit Hilfe digitaler Binnenkommunikation zu erhöhen, und häufige Vorstandssitzungen scheinen Einflusschancen zu garantieren, die durch computergestützten Informationsaustausch kaum mehr eine Steigerung erfahren (Tabellen 19 und 20).

Tabelle 19 Korrelationen zwischen der Extensität des (vertikalen und horizontalen) E-Mail-Gebrauchs und der Veränderung des Einflusses verschiedener Parteiinstanzen 1992–2002 (nach Einschätzung der Parteivorsitzenden), nach Anzahl jährlicher Parteiversammlungen

Instanz	Vertikale E-Mail zwischen Parteibasis und Parteiführung			Horizontale E-Mail im Parteivorstand		
	Parteiversammlungen pro Jahr			Parteiversammlungen pro Jahr		
	1	2–3	4+	1	2–3	4+
Parteiversammlung	+04	+08*	+08*	+00	–01	–10*
Parteivorstand	+08*	+09*	+03	+25**	+21**	+09*
Parteivorsitzende	+09*	+09*	+01	+19*	+09*	+05
N	752	692	444	612	780	732

* $p < .05$ ** $p < .01$

Tabelle 20 Korrelationen zwischen der Extensität des (vertikalen und horizontalen) E-Mail-Gebrauchs und der Veränderung des Einflusses verschiedener Parteiinstanzen 1992–2002 (nach Einschätzung der Parteivorsitzenden), nach Zahl jährlicher Vorstandssitzungen

Instanz	Vertikale E-Mail zwischen Parteibasis und Parteiführung			Horizontale E-Mail im Parteivorstand		
	Vorstandssitzungen pro Jahr			Vorstandssitzungen pro Jahr		
	4	5–6	7+	4	5–6	7+
Parteiversammlung	+05	+10*	+04	–04	–02	–07
Parteivorstand	+04	+05	+04	+15**	+12**	+10*
Parteivorsitzender	+00	+06	+11*	+10*	+06	+07
N	730	598	607	729	606	613

* $p < .05$ ** $p < .01$

7 Schlussfolgerungen

Die neuen digitalen Informations- und Kommunikationsmedien haben im Bereich der Schweizer Lokalparteien bereits eine erstaunlich breite Anwendung gefunden. Mehr als 30 Prozent aller Ortsgruppierungen sind auf dem WWW mit einer eigenen Homepage vertreten, und bei mehr als 76 Prozent von ihnen hat sich die E-Mail als neues Kommunikationsmedium eingebürgert; in erster Linie als Arbeitsinstrument des Parteivorstands, in zweiter Hinsicht als umfassendes Integrationsinstrument zwischen Führung und Mitgliederbasis.

Noch viele Jahre dürften allerdings vergehen, bis alle Gruppierungen aufgrund der flächendeckenden Verbreitung von Internetanschlüssen in ihrer Mitgliederschaft objektiv-technisch in der Lage sein werden, Onlinekommunikation umfassend zu nutzen. Und noch viel mehr Zeit wird wohl verstreichen, bevor sich stabile Gebrauchsweisen des Internet eingespielt haben und die Frage beantwortet werden kann, wie die Netzkommunikation die internen Strukturen und Prozesse sowie das externe Verhalten der Lokalparteien verändert und welche Funktionen sie im Rahmen der gesamten, bisher einseitig auf *Face-to-Face*-Beziehungen beruhenden parteiinternen Kommunikationsprozesse übernimmt. So sind die hier vorgeführten, aus dem Herbst 2002 stammenden Ergebnisse als eine frühe, vielleicht allzu frühe, Zwischenbilanz zu werten, die keine sehr sicheren Schlüsse auf zukünftige Entwicklungen erlaubt.

Immerhin weisen die Resultate darauf hin, dass die neuen Kommunikationsmedien die Einflussverhältnisse in den Parteien mitbeeinflussen könnten – so wie sie schon immer durch traditionelle Kommunikationsprozesse (zum Beispiel Sitzungs- und Versammlungsaktivitäten) beeinflusst worden sind. Vor allem scheinen kollektive Führungsgremien (»Parteiorgane«) in der Lage zu sein, die Onlinekommunikation zur Steigerung ihrer Beratungs- und Entscheidungskapazitäten und damit zur Erhöhung ihrer repräsentativdemokratischen Autoritätsstellung zu nutzen.

Dieser Hauptbefund entspricht der beispielsweise von George und King (1991) vertretenen These, dass digitale Informationstechnologien immer in eine antezedente Machtstruktur hineinwachsen und primär dafür instrumentalisiert werden, um die Autoritätsposition der bereits vorher dominierenden Organe zu konsolidieren. Die eher geringen basisdemokratisierenden Wirkungen, die vom *vertikalen* E-Mail-Gebrauch ausgehen, wären in dieser Sichtweise dann dadurch zu erklären, dass die Parteibasis keine ähnlich intensiven Machtziele wie die Parteiführung verfolgt. Allerdings bieten sich zur Erklärung desselben Faktums auch überzeugende alternative Erklärungen an: etwa die Tatsache, dass vertikale Zweiwegkanäle gleichzeitig zentralisierende und dezentralisierende Potenziale besitzen (vgl. 1), oder dass sie im Vergleich zur vorstandsinternen Onlinekommunikation bisher überhaupt weniger Verwendung finden (vgl. 2).

So muss nicht nur die simple Behauptung, dass Onlinekommunikation dezentralisierend wirke, sondern auch jede andere Hypothese, die einen technologischen Determinismus unterstellt, zurückgewiesen werden. Plausibler erscheint es, der Onlinekommunikation unterstützende (beziehungsweise konditionierende) Leistungskapazitäten zuzuschreiben, die von verschiedenen Akteuren zu einer besseren Artikulation und Realisation ihrer Machtansprüche genutzt werden können. Im vorliegenden Fall wird eine Verschiebung von basisdemokratischen zu repräsentativdemokratischen Einflussverhältnissen vollzogen, die mit

dem idealen Machtprofil, das in Schweizer Lokalparteien aufrechterhalten wird, wahrscheinlich durchaus in Übereinstimmung steht.

Da die Versammlungs- und Sitzungstätigkeit aufgrund der sinkenden Partizipationsbereitschaft der Mitglieder generell abnimmt (vgl. Geser 2004a), wird der Onlinekommunikation in Zukunft wahrscheinlich immer stärker die Funktion zuwachsen, für einen hinreichenden binnenparteilichen Informationsfluss zu sorgen und damit auch – zumindest indirekt – die Einflussverhältnisse zwischen den verschiedenen Parteiorganen zu bestimmen.

Der aktuelle Erosionsprozess der Lokalparteien führt zur Frage, inwiefern die politischen Parteien in Zukunft noch in der Lage sind, ihre am Prinzip primärer Interaktion orientierte segmentäre Binnendifferenzierung in lokale Subeinheiten aufrechtzuerhalten. Möglicherweise dürften in Zukunft vermehrt Onlinegruppen in den Vordergrund treten, die dazu prädestiniert sind, sich translokal zu vernetzen und damit aus ihrem kommunalpolitischen Ursprungskontext zu emanzipieren.

Literatur

- Carter, Nancy M., 1984: Computerization as a Predominate Technology: Its Influence on the Structure of Newspaper Organizations. In: *Academy of Management Journal* 27(2), 247–270.
- Dawson, Patrick/Ian McLoughlin, 1986: Computer Technology and the Redefinition of Supervision: A Study of the Effects of Computerization on Railway Freight Supervisors. In: *Journal of Management Studies* 23(1), 116–132.
- Geser, Hans, 1996: *Auf dem Weg zur Cyberdemocracy? Auswirkungen der Computernetze auf die öffentliche politische Kommunikation*. Zürich: Soziologisches Institut der Universität Zürich. <http://socio.ch/intcom/t_hgeser00.htm>
- , 2001: *On the Functions and Consequences of the Internet for Social Movements and Voluntary Associations*. Zürich: Soziologisches Institut der Universität Zürich. <http://socio.ch/movpar/t_hgeser3.htm>
- , 2003: *Die erodierende Mitgliederstruktur der Zürcher Parteien*. Zürich: Soziologisches Institut der Universität Zürich. <http://socio.ch/par/ges_02.pdf>
- , 2004a: *Der Krebsgang parteiinterner Sitzungs- und Versammlungsaktivitäten*. Zürich: Soziologisches Institut der Universität Zürich. <http://socio.ch/par/ges_09.pdf>
- , 2004b: *Die Demontage der Führungsstrukturen in lokalen Parteisektionen*. Zürich: Soziologisches Institut der Universität Zürich. <http://socio.ch/par/ges_11.pdf>
- Geser, Hans, et al., 1994: *Die Schweizer Lokalparteien*. Zürich: Seismo.
- George, Joey F./John L. King, 1991: Examining the Computing and Centralization Debate. In: *Communications of the ACM* 34(7), 62–72.
- Hetterich, Volker, 2000: *Von Adenauer zu Schröder: Der Kampf um Stimmen*. Opladen: Leske + Budrich.

- Ladner, Andres/Urs Meuli, 2005: *Erosionstendenzen an der Parteibasis*. Zürich: Soziologisches Institut der Universität Zürich. <<http://socio.ch/par/ladmeu.pdf>>
- Klein, Naomi, 2000: The Vision Thing: Were the DC and Seattle Protests Unfocused, Or Are Critics Missing the Point? In: *The Nation*, June 23.
<www.thenation.com/doc/20000710/klein>
- Mantovani, Giuseppe, 1994: Is Computer-mediated Communication Intrinsically Apt to Enhance Democracy in Organizations? In: *Human Relations* 47(1), 45–62.
- Marcus, Philip M., 1966: Union Conventions and Executive Boards: A Formal Analysis of Organizational Structure. In: *American Sociological Review* 31(1), 61–70.
- Putnam, Robert D., 2000: *Bowling Alone: The Collapse and Revival of American Community*. New York: Simon & Schuster.
- Wiesendahl, Elmar, 2002: Parteienkommunikation parochial: Hindernisse beim Übergang in das Online-Parteizeitalter. In: Ulrich von Alemann/Stefan Marschall (Hrsg.), *Parteien in der Mediendemokratie*. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag, 364–389.

Teil IV
Großanlagen und Low-Tech

Einführung

Die zwei diesen Band beschließenden Aufsätze befassen sich mit den Wirkungen neuer Steuerungstechnologien auf die Governance von Großanlagen, die sich durch komplexe Kopplungen technischer und nicht technischer Elemente auszeichnen, sowie mit der Bedeutung von Techniken in Wirtschaftsbereichen, die durch eine geringe eigene Forschungs- und Entwicklungstätigkeit gekennzeichnet sind und als Low-Technology-Sektoren bezeichnet werden.

Der Aufsatz von *Stephan Cramer* und *Johannes Weyer* befasst sich am Beispiel einer Großanlage mit dem Bedeutungszuwachs kontextsensitiver und interaktiver technischer Steuerungssysteme – etwa Robotern und (teil-)autonomen Maschinen –, die den Menschen als Entscheider schrittweise zurückdrängen und das Verhältnis Mensch-Technik grundlegend neu definieren. Die Autoren charakterisieren derartige Anlagen als hybride Systeme, deren Funktionsweise zunehmend durch das Mit-Handeln technischer Artefakte geprägt wird. *Cramer* und *Weyer* arbeiten neue Tendenzen der Mensch-Maschine-Interaktion in derart komplexen Großanlagen heraus, skizzieren dadurch bedingte neue Risikodimensionen und diskutieren die Frage möglicher Varianten der Governance derartiger Systeme zwischen zentraler und dezentraler Koordination.

Der Text von *Hartmut Hirsch-Kreinsen* lenkt das Augenmerk auf einen volkswirtschaftlich relevanten und insgesamt sehr heterogen strukturierten Sektor, dessen typisches Merkmal eine ausgesprochen geringe eigenständige technologische Innovationstätigkeit ist. Unternehmen aus Low-Technology-Sektoren wie beispielsweise dem Papier-, Verlags- und Druckgewerbe, der Holz- und Möbelindustrie oder der Herstellung von Metallerzeugnissen oder Kunststoffwaren zeichnen sich durch eine geringe Forschungs- und Entwicklungsintensität aus, nutzen allerdings oft avancierte neue und sektorextern entwickelte Technologien, die sie in spezifischer Weise in ihre Produktionsprozesse integrieren und dabei inkrementell weiterentwickeln. Für die Innovationsfähigkeit dieser Unternehmen ist entscheidend, dass sie zum einen über praktisches Wissen zur betrieblichen Integration und Nutzung neuer Produktionstechnologien verfügen und dass sie zum anderen eng mit Unternehmen aus forschungsintensiven Branchen vernetzt sind, die entsprechende Techniken entwickeln.

Interaktion, Risiko und Governance in hybriden Systemen

Stephan Cramer und Johannes Weyer

1 Hybride Systeme

1.1 Smarte Technik – Pervasive Computing – Hybridität

Der Einsatz von Robotern und (teil-)autonomen Maschinen in immer mehr Bereichen der Arbeits- und Lebenswelt führt zu einem neuen Rationalisierungs- und Technisierungsschub. Gerade bei komplexen und sicherheitsrelevanten Prozessen, zum Beispiel im Bereich des Verkehrswesens, wird der Mensch als eine Quelle von Unsicherheit ausgeschaltet und durch »intelligente« Technik ersetzt.

Kontextsensitive und interaktive Technik ermöglicht bereits jetzt situationsangepasste Reaktionen, wenn zum Beispiel der Bremsassistent im Auto die Situation schneller als ein Mensch erfasst und den Bremsvorgang vorbereitet beziehungsweise ausführt. Derartige Prozesse vollziehen sich lautlos und hinter unserem Rücken, so die seit gut zehn Jahren propagierte Vision des *pervasive computing* beziehungsweise *ubiquitous computing*, die mittlerweile in vielen Bereichen in die Praxis umgesetzt wird. Die alles durchdringende Verwendung der Computertechnik kann so zu einer schleichenden Veränderung von Entscheidungskonstellationen beitragen, die sich sowohl in professionellen als auch in alltäglichen Kontexten als Selbstverständlichkeit bereits der bewussten Wahrnehmung und Reflexion entzieht.

Der Mensch als Entscheider wird dabei schrittweise verdrängt, gilt er doch als eine potenzielle Störquelle, die es zu eliminieren gilt, wenn man eine hundertprozentige Systemsicherheit erreichen will. In einem Szenario, in dem intelligente und miteinander vernetzte Technik die Systeme vollautomatisch steuert, wird der Mensch auf reine Überwachungs- und Lückenbüßerfunktionen reduziert. Dies ist beispielsweise in modernen Verkehrsflugzeugen der Fall, wo der Pilot zum Beobachter einer hoch automatisierten Anlage degradiert worden ist, die überwiegend vom Auto-Piloten gesteuert wird.

Damit entstehen immer mehr hybride Konstellationen, die von menschlichen Akteuren und (teil-)autonomen Maschinen bevölkert sind, die nebeneinander, miteinander, teils aber auch gegeneinander agieren.

1.2 Hybridität und veränderte Systemsteuerung

Die gegenwärtig sich vollziehende flächendeckende Verbreitung »intelligenter« Technik markiert einen Umbruch im Verhältnis von Mensch und Technik, denn »smarte« Agentensysteme verfügen – im Gegensatz zu allen Vorläufer-Technologien – scheinbar über die Fähigkeit zu handeln, das heißt, Aktionen in einer Weise durchzuführen und zu bewerten, wie sie bislang dem Menschen vorbehalten war. Begriffe wie »Autonomie« oder »Interaktivität«, die in der Debatte um Agentensysteme einen prominenten Status besitzen, werfen die Frage nach der Handlungsträgerschaft von Technik auf (vgl. Rammert/Schulz-Schaeffer 2002).

Mit dem Aufkommen handlungsfähiger technischer Systeme – so die hier vertretene These – vollzieht sich eine grundlegende Veränderung im Verhältnis des Menschen zur Technik. Denn der Mensch, der eine Maschine bedient, kann nicht mehr davon ausgehen, dass diese als willfähiges Instrument fungiert, welches sich – im Prinzip – durch Anweisungen und Programme präzise steuern lässt. Aus einem instrumentellen Verhältnis zur Technik wird vielmehr schrittweise ein interaktives Verhältnis, das die Technik zu einem Partner und Mitentscheider in kooperativen Prozessen macht, die sich in verteilten, hybriden Systemen abspielen. Es ist also zu vermuten, dass sich nicht nur unser Verständnis von Interaktion, sondern auch unser Konzept von Systemsteuerung grundlegend verändern wird, wenn »intelligente« Technik im Spiel ist.

Das Konzept einer »Hybridperspektive« (Rammert 2003: 312) betont das »Mit-Handeln technischer Artefakte« in hybriden Konstellationen zwischen Menschen und Maschinen verteilten Handelns (Rammert/Schulz-Schaeffer 2002: 13). Hybride Technik zeichne sich durch ein Mehr an »Komplexität« (Menge der Elemente), »Kombiniertheit« (Integration heterogener Techniken) und »Undurchsichtigkeit« aus (Autonomieeindruck bei programmierter Informationstechnik; Rammert 2003: 294). Gestützt werde der Autonomieeindruck von Technik in diesen Konstellationen durch die Zunahme maschineller Eigenaktivitäten. Damit stellt sich die Frage, wie Menschen und Techniken auf neue Weise koordiniert werden können.

1.3 Theoretischer Bezugsrahmen

Während Latour (1995: 259) und die Vertreter der Actor-Network-Theory die symmetrische Beschreibung sozialer wie technischer Aktanten einfordern, beziehen Rammert und Schulz-Schaeffer (2002: 13) die Frage nach Handeln und Technik auf soziotechnische Konstellationen »verteilter Handelns«. Der technische Wandel impliziere die Möglichkeit des »Mit-Handeln-Könnens« (ebd.) technischer Artefakte und führe zu einer vermehrten »Selbstständigkeit« von

Technik (ebd.: 15). Insofern könne nicht mehr davon ausgegangen werden, dass Menschen Technik steuern. Vielmehr müsse die »Interaktivität« zwischen Menschen und Agenten berücksichtigt werden (ebd.: 16). Deren Gestaltung erfordere – pragmatisch – ein hohes Maß an soziotechnischer Koordination und – handlungstheoretisch – ein Handlungskonzept für menschliche wie für nicht menschliche Akteure und Agenten. Wie diese Koordinationsleistung erbracht werden könnte, bleibt offen. Andererseits wird ein Konzept »gradualisierten Handelns« mit Abstufungen unterschiedlich anspruchsvoller Handlungsqualitäten vorgeschlagen. Statt Substitutionsbeziehungen zwischen Menschen und Maschinen zu rekonstruieren, wird nun die Frage gestellt, »wie die Aktivitäten insgesamt auf die einzelnen Handlungsträger verteilt werden und wie viel *agency* jeweils die verschiedenen Instanzen eingeräumt erhalten« (ebd.: 60). Das Konzept bietet die Möglichkeit, empirisch Konstellationen verteilten Handelns explorativ aufzudecken, bleibt dabei handlungs- und attributionstheoretisch ausgerichtet und vermeidet Festlegungen über die Beschaffenheit spezifischer soziotechnischer Konstellationen. Offen bleibt, wie sich der wandelnde Koordinationsbedarf in hybriden Konstellationen bewältigen lässt.

Dies wirft Fragen nach der Steuerung (hybrider) soziotechnischer Systeme auf. Im Hinblick auf die Governance großer technischer Systeme unterscheidet Renate Mayntz (2001: 5) Großanlagen, Großvorhaben und große technische Infrastruktursysteme voneinander und unterstreicht – gerade bei Infrastruktursystemen – deren Affinität zu zentralen, staatlich dominierten Governance-Formen (ebd.: 16). Wenn autonome Technik als eine Voraussetzung für dezentral koordinierte Prozesse eingeschätzt wird, stellt sich die Frage, ob bei empirisch zu untersuchenden Systemen als Anlagen, Vorhaben oder Infrastrukturen eine Abkehr von primär zentralisierten Governance-Modi tatsächlich festgestellt werden kann.

Die Steuerbarkeit großer Technik ist sowohl gesellschaftlich als auch risiko-soziologisch reflektiert worden. Während Perrow (1992) die Kopplung von Systembestandteilen und die Komplexität von Systemprozessen als strukturelle Restriktion für Zuverlässigkeit markiert, belegen Untersuchungen praktizierter Steuerungsformen, wie in eng gekoppelten und komplexen Systemen durch spezifische Organisationsformen und Steuerungsvarianten ein hohes Maß an Prozessstabilität und Zuverlässigkeit erreicht werden kann. Von zentraler Bedeutung erwies sich dabei die organisationale Fähigkeit, von einem zentralisierten Modus zu einem dezentralen Modus der Krisenprävention zu wechseln (Rochlin 1989: 166ff.).

Für die Analyse hybrider Systeme kann festgestellt werden, dass es kein umfassendes Theorieangebot gibt. Mit dem gradualisierten Handlungsbegriff von Rammert und Schulz-Schaeffer steht jedoch ein heuristisches Instrument zur

Verfügung, (avancierte) Technik nicht mehr nur als Instrument menschlicher Intentionalität zu betrachten. Der Diskurs über (große) technische Systeme bietet die Möglichkeit, die Steuerungsproblematik nicht ausschließlich auf die Handlungsebene der Interaktivität zwischen Menschen und Maschinen zu beziehen, sondern zudem die Frage nach zentralen und dezentralen Steuerungsformen anzuschließen. Wie Stabilität und Zuverlässigkeit von Steuerungen in hybriden Kontexten gewährleistet werden kann, lässt sich unter Rückgriff auf den risikosoziologischen Diskurs analysieren.

2 Containerlogistik: Steuerungsprobleme in einem hybriden System – eine Fallstudie

2.1 Der Mensch in der Logistik

Die folgende Fallstudie zur Containerlogistik ist Teil eines Projektes, das darauf zielt, große Netze in der Logistik mit dem Instrumentarium des soziotechnischen Systemansatzes zu analysieren. Daraus sollen Erkenntnisse über die Interdependenz menschlicher und technisch-apparativer Systemkomponenten sowie über die Planung, Gestaltung und Beherrschung komplexer Systeme gewonnen werden.¹ Die dem Projekt zugrunde liegende These lautet: Eine vornehmlich technikfixierte Innovationsstrategie hat gegenüber einem partizipativen Ansatz Nachteile. Letzterer bezieht Anwender und Nutzer in die Gestaltung des Systems mit ein, um so neuen Herausforderungen bei der Systemsteuerung gerecht zu werden, die mit dem Einsatz hybrider Technik verknüpft sind.

Erste Ergebnisse der laufenden Forschung in den Bereichen des Straßen-, Luft- und Seeverkehrs und der dort zu beobachtenden logistischen Operationen weisen darauf hin, dass hybride Konstellationen längst in die logistische und verkehrstechnische Praxis Einzug gehalten haben und ein neuer Koordinationsbedarf entsteht. Dies konnte für die Einführung von Fahrerassistenzsystemen im Straßengüterverkehr, bei der Analyse logistischer Optimierung in der Luftfrachtlogistik, für logistische Prozesse auf einem Containerterminal (Blutner/Cramer/Haertel 2006) und bei der Implementierung eines dezentral funktionierenden Anti-Kollisionssystems in der zivilen Luftfahrt nachgewiesen werden (Weyer 2006).

¹ Es handelt sich um das Teilprojekt M14 »Der Mensch in der Logistik« innerhalb des DFG-Sonderforschungsbereichs 559 »Modellierung großer Netze der Logistik«.

2.2 Das Containerterminal Altenwerder (CTA)

Terminalkapazitäten und -prozesse sind *bottlenecks* innerhalb einer globalen Wachstumsbranche. So berichten Praktiker von Zeitverzug bei der Abfertigung von Containerschiffen in Rotterdam,² während andererseits Branchenkenner zum Beispiel beim Schiffsklassifizierer Lloyd's Register – eine Art TÜV für Schiffe – das weitere Wachstum der Transportkapazitäten prognostizieren: »Der wachsende Bedarf an Großcontainerschiffen mit einer Kapazität von 10.000 TEU scheint sicher zu sein«³ (Thies 2005: 518).

Der Aufbau und die Inbetriebnahme eines teilautomatisierten Terminals in Rotterdam,⁴ die Automation von Terminalprozessen in Shanghai (vgl. ATIP 2001) und die Verwirklichung eines weitreichend automatisierten Terminals in Hamburg (CTA) verdeutlichen, dass die Betreibergesellschaften der Terminals in Zukunft diesen Herausforderungen mit einer innovativen Automationsstrategie begegnen wollen.

Terminals fungieren dabei als die zentrale Schnittstelle im internationalen Warenverkehr. Renate Mayntz folgend (2001: 5) handelt es sich aufgrund ihrer Fläche, der Anzahl zu stauender und zu bewegender Container (mehrere zehntausend) und ihrer logistischen und verkehrstechnischen Funktion um Großanlagen als integrale Bestandteile des großen technischen Infrastruktursystems weltweiter Transportlogistik.

Der Einsatz von Assistenzsystemen im Leitstand und von automatischer, sich selbst mitsteuernder Umschlagtechnik auf dem Terminal markiert eine Trendwende in der soziotechnischen Gestaltung von Terminals als Großanlagen, die es erforderlich macht, die Planung und Durchführung der Terminaloperationen mit angemessenen Termi- ni zu untersuchen.

2.3 Terminalprozesse

Dazu dient das Hybriditätskonzept, das im Folgenden auf Terminalprozesse und den Einsatz von »Automated Guided Vehicles« (AGV, unbemannte Containertransportplattformen) im Containerterminal Altenwerder (CTA) in Hamburg angewandt wird (vgl. Abbildung 1).

2 Interview mit Herrn Z. – leitender Angestellter in einer Hamburger Reedereiniederlassung – am 10. November 2004.

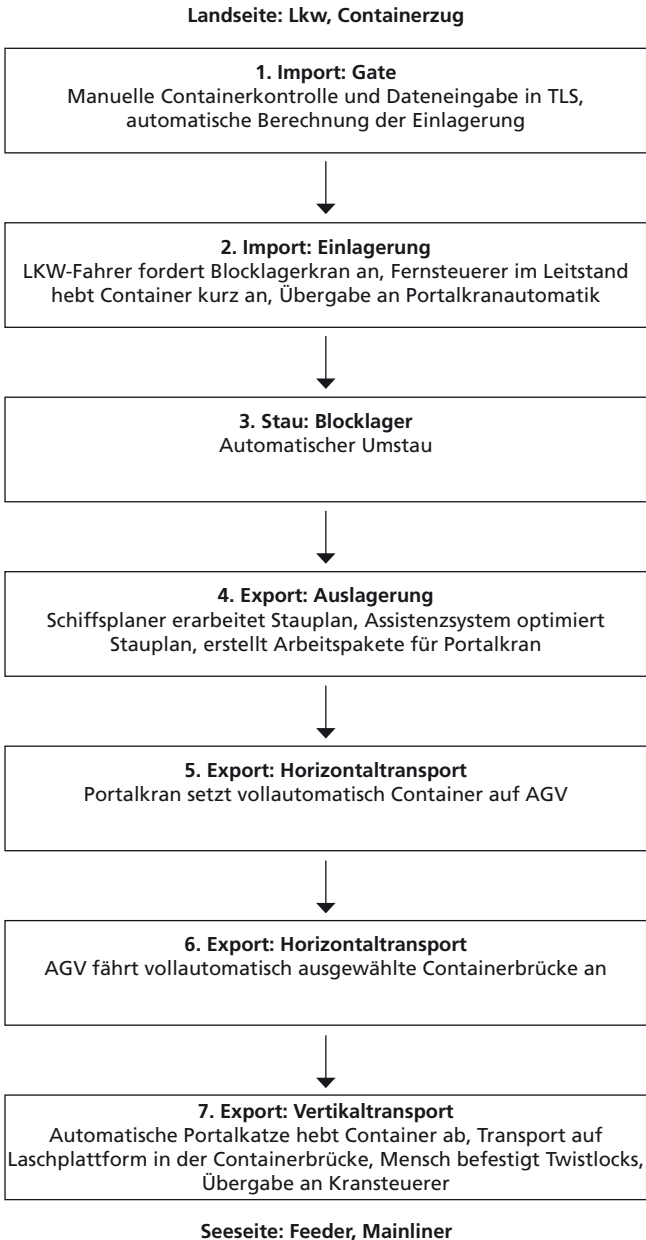
3 »TEU«: Abkürzung für Transport Equivalent Units, entspricht den »kleinen« 20-Fuß-Containern.

4 Interview mit Frau J. am 18. April 2005. Frau J. ist Mitglied der Projektgruppe auf CTA Hamburg.

(1) Im straßengebundenen Vorlauf stoppt der Container-Lkw am *gate* als einziger landseitiger Zugangsmöglichkeit zum Terminal. Nach der Überprüfung der Lade- und Lieferpapiere erfolgt die konventionelle Sichtkontrolle des Containers und die Freigabe zur Fahrt auf das Terminal. Die Containerdaten werden in das zentrale Terminalsteuerungssystem (TIS) eingegeben. (2) Die auf dem Terminal bis zum Weitertransport zu lagernden Container werden im »Automatiklager« in Blöcken zusammengefasst. An deren binnenwärts gerichteter Schmalseite fordert der Lkw-Fahrer einen Portalkran an. Nachdem ein Fernsteuerer im Leitstand den Container zunächst manuell wenige Meter vom Lkw abhebt, erfolgt die Einlagerung ins Blocklager vollautomatisch aufgrund der Vorgaben, die für diesen spezifischen Container in der zentralen Terminalsteuerung berechnet wurden. Die entsprechende Position wird angefahren und der Container ohne Zutun eines Operators vor Ort dort abgesetzt. (3) Wenn Container aus dem Blocklager exportiert werden, erfordert dies Umstaubewegungen, um zum Beispiel an unten liegende Container heranzukommen. Die Umstaubewegungen werden vollautomatisch durch die Portalkräne nach Berechnungen des TIS durchgeführt. (4) Beim Exportvorgang wird dem Portalkran der durch den menschlichen Schiffsplaner und sein Assistenzsystem gemeinsam generierte Auftrag erteilt, den Container aufzunehmen, dann zur wasserseitigen Schmalseite des Blocklagers zu bewegen, um ihn dort (5) auf das zeitlich koordiniert anführende Transportfahrzeug (AGV) abzusetzen. (6) Das AGV legt dann die letzte Etappe auf dem Weg des Containers zur Containerbrücke – dem Kran zur Verladung auf das Schiff – vollautomatisch zurück. Die Optimierung des Routing erfolgt dabei dezentral auf der Ebene der AGV-Steuerung und im Normalfall ohne Interventionen seitens der Operateure im Leitstand. (7) Unter der Containerbrücke hebt eine erste Portalkatze den Container vollautomatisch an und setzt ihn anschließend auf der Laschplattform der Containerbrücke ab. Dort befestigt ein Mensch die *twistlocks* am Container, mit denen sie an Bord untereinander verriegelt werden. Nach der Freigabe des Containers bewegt der Kransteuerer den Container manuell gesteuert an Bord und setzt ihn an vorausberechneter Stelle im Schiff ab. Damit ist der Ladevorgang beendet.

Schon diese zusammenfassende Darstellung in der Abbildung dürfte deutlich machen, dass konventionell vom Menschen gesteuerte Prozesse, Abstimmungen zwischen Menschen und Maschinen und hochgradig automatisierte Prozesse ineinander greifen. Auch mit den von Rammert definierten Charakteristika hybrider Technik lassen sich die Prozesse und Strukturen auf dem Terminal angemessen beschreiben. Die Komplexität der Terminalstrukturen ist gegeben, da eine konventionell nicht mehr zu beherrschende Fülle bewegter Objekte in einer Abfolge verschiedener Prozessschritte koordiniert werden muss. Die Kombinertheit heterogener Techniken besteht insbesondere in der Kombina-

Abbildung 1 Terminalprozesse: Ablaufschema



tion von IT-Steuerungskomponenten, verschiedenen Umschlagtechniken beim Horizontal- wie Vertikaltransport und der Koordination und Kopplung verschiedener Verkehrsträger, die über das Terminal als Nabe miteinander gekoppelt werden. Elemente sich selbst bewegender Motorik und der eigenständigen Ausführung von Operationen durch die Aktorik sind für den überwiegenden Teil der Umschlagtechnik vor Ort beobachtbar. Insofern kann das CTA als hybrides System rekonstruiert werden. Dies soll nun am Beispiel des Betriebs der AGV vertieft werden.

2.4 Steuerung und Selbststeuerung von Transportfahrzeugen

Bei den AGV handelt es sich um unbemannte, durch Dieselmotoren angetriebene Transportplattformen, die als Straßenfahrzeuge zwischen Blocklager und Containerbrücken für den An- und Abtransport der Container eingesetzt werden. Sie bewegen sich auf einer asphaltierten Freifläche zwischen dem Lager und den Containerbrücken. Das Routing der AGV zielt darauf, Wegezeiten und Auslastungsgrade zu optimieren.

Die Steuerung von dreiundfünfzig AGV zwischen den vierzehn Containerbrücken und den vierzehn Blocklagern erfordert drei Steuerungsebenen. Die Tätigkeit des menschlichen Entscheiders ist im Routinemodus auf der ersten Ebene des Terminallogistiksystems (TLS) erforderlich:

- Im TLS werden die Stellplätze im Containerlager verwaltet, die Umstaubewegungen berechnet und die Transportaufträge generiert.
- Das AGV-Management-System berechnet die Verkehrswege.
- Ein Navigationssystem übernimmt die Fahrzeugortung in Echtzeit.⁵

Die Definition von Rahmendaten für die Koordination des Gesamtprozesses erfolgt auf der ersten und zentralen Steuerungsebene durch manuelle Eingaben in das elektronische Terminallogistiksystem. Dieser Vorgang soll am Beispiel des Exports eines eingelagerten Containers beschrieben werden.

Die logistische Planung für den gesamten Exportprozess eines Containers beginnt mit der Tätigkeit des Schiffsplaners im Leitstand. An einem Bildschirmarbeitsplatz wird auf eine elektronische Liste jener Container zurückgegriffen, mit denen ein bestimmtes Schiff beladen werden soll. Per Mausklick stapelt der Schiffsplaner die Container in und auf dem Schiff. Der Planungsvorgang erfordert Erfahrungswissen, weil bestimmte Vorgaben einzuhalten sind. So dürfen zum Beispiel Gefahrencontainer nicht in der Nähe der Bordwand gelagert

⁵ Interview mit Herrn G. am 18. April 2005. Herr G. ist in leitender Position auf dem CTA im Hamburg tätig.

werden, und beim gesamten Planungsvorgang muss der Gewichtstrimm des Schiffes berücksichtigt werden.

Da die Container aus dem Blocklager an Bord gebracht werden müssen, gilt es, die Anzahl der Umstaubewegungen zu minimieren. Ein spezielles Entscheidungsunterstützungssystem berechnet den manuell erstellten Plan daraufhin, ob nicht durch eine alternative Stellplatzvergabe an Bord und eine dadurch geänderte Zuführungsreihenfolge Umstaubewegungen reduziert werden können. In der Regel übernimmt der Planer den Vorschlag des Entscheidungsunterstützungssystems und transferiert dann diese Daten als Arbeitspakete zum Beladen eines Schiffes in das Terminallogistiksystem TLS.

Nach der Verarbeitung der Daten im TLS werden sie automatisch an das AGV-Management-System transferiert und in Transportaufträge umgewandelt. Wie diese abgewickelt werden, ergibt sich aus dem Datenaustausch zwischen dem AGV-Management-System und dem Navigationssystem. Dessen Lageinformationen ermöglichen es, die Wege der AGV zu optimieren und verhindern es zum Beispiel, ein AGV mit einem Transportauftrag zu versehen, das zu weit vom anzufahrenden Blocklager entfernt ist. Auch die Koordination des an der wasserseitigen Schmalseite des Blocklagers eintreffenden AGV mit dem dorthin sich bewegenden Blocklagerkran erfolgt ohne menschliches Zutun im Rahmen maschineller Abstimmungen. Aus der Perspektive des Leiters der Operations stellt sich dieser Tatbestand so dar: »Im Zusammenwirken dieser drei Ebenen werden automatisch Entscheidungen getroffen.«⁶ Diese Zuschreibung von spezifischen Entscheidungsmöglichkeiten an Technik weist gesondert auf den hybriden Charakter des dargestellten Teilprozesses hin. Menschen treffen im zentralen Leitstand Entscheidungen und generieren dort Vorgaben für die Beladung des Schiffes. Wie diese im Routinebetrieb abgearbeitet werden, bleibt Prozessen maschineller Abstimmungen überlassen. Dies entlastet den Leitstand im Routinebetrieb, belastet ihn aber dann, wenn innerhalb technischer Abstimmungen und ihrer physischen Umsetzung durch technische Motorik und Aktorik Störungen entstehen.

2.5 Flexibilität, Problembehebung und die Rolle des Menschen

Derzeit arbeiten im Leitstand acht Operateure auf vier Funktionsstellen jeweils paarweise: zwei Schichtleiter, zwei Schiffsplaner, deren Tätigkeit bereits beschrieben wurde, zwei Operateure Wasserseite und zwei Prozesssteuerer.⁷ Die Aufgabe der Operateure Wasserseite im Leitstand besteht darin, bei Pro-

⁶ Interview mit Herrn G. am 18. April 2005.

⁷ Interview mit Frau J. am 31. Oktober 2005.

blemen die Vorplanungen in routiniert abzuwickelnde Operationen umzusetzen, Arbeitspakete umzuplanen. Problemlösungskompetenzen zum Beispiel für Container mit Sondermaßen sind demnach immer erforderlich. Die Funktion der »Prozesssteuerer« als Problemlöser besteht aber auch darin, außergewöhnliche Störungen, zum Beispiel im AGV-Betrieb, zu bewältigen.

Da jedes AGV, ob stehend oder in Bewegung, sogenannte »claims«⁸ für andere Fahrzeuge sperrt, ist eine Kollision nahezu ausgeschlossen. Ein liegendes AGV kann jedoch nicht automatisch umfahren werden. Hier ist der manuelle Eingriff des Prozesssteuerers erforderlich, der eine von den automatisch gesperrten »claims« zu unterscheidende Sperrfläche manuell setzen muss, die dann von den AGV umfahren werden kann.⁹

Bei diesen Problemen ist demnach die Intervention des menschlichen Operateurs in Echtzeit erforderlich. Dies deutet darauf hin, dass im Störfall die Interaktivität zwischen Menschen und Maschinen zunimmt. Aufgrund der automatisierten Terminalkonzeption kann die Problembearbeitung jedoch nur noch im Leitstand durch Eingriffe in die Steuerungsprozesse erfolgen. Dezentrale Interventionen vor Ort sind in diesem Fall nicht möglich und Problemlösungen bedürfen immer des Umwegs über die zentrale Systemsteuerung.

Neben diesem Beispiel für eine außergewöhnliche, aber konventionelle Störung, können auf dem CTA unkonventionelle Fehlleistungen entstehen, die auf die hybride »Undurchsichtigkeit« technischer Abstimmungen hinweisen. Obwohl die Parameter des AGV-Einsatzes durch Menschen definiert werden, können doch Fehler auftreten, die im Nachhinein zwar rational erklärbar sind, die aber bis dahin von den Operateuren so nicht erwartet wurden.¹⁰

Bei vier in geringem Abstand nebeneinander arbeitenden Containerbrücken – den Kränen zum Beladen der Schiffe – führen die AGV wie geplant von einer Seite an und sollten dann nach Ablieferung des Containers sofort in Richtung Blocklager binnenwärts abbiegen. Die bei der Belieferung von vier Brücken entstehende Verkehrsdichte verhinderte ein Abbiegen um 90 Grad auf Höhe der gerade bedienten Brücke. Die AGV fuhren lange Wege parallel zur Kaimauer bis an das Ende der Containerbrückenreihe. Es bildete sich dort ein »Cluster«. Bevor Problemlösungen im AGV-Management-System implementiert werden konnten, behelfen sich die Prozesssteuerer damit, Sperrflächen am Ende der Containerbrückenreihe zu setzen, um so improvisierend die Cluster-Bildung zu verhindern.

8 Interview mit Herrn G. am 31. Oktober 2005.

9 Interview mit Herrn W. am 18. April 2005.

10 Interview mit Frau J. am 31. Oktober 2005.

Dieses Beispiel belegt, dass gerade bei der Nutzung der Potenziale maschineller Abstimmungen und Aktivitäten Fehlleistungsmöglichkeiten bestehen, die über konventionelle Störungen hinausweisen und Interventionsmöglichkeiten des menschlichen Operators um so dringender erfordern. Das Erfahrungswissen und Improvisationstalent der Operateure erwies sich als notwendig, um anhand der im Leitstand verfügbaren Daten und der dort repräsentierten Prozesse eine angemessene Bedeutungsinterpretation des Geschehens vornehmen zu können. Diese Form der Deutungsarbeit richtet sich nicht mehr auf die Rekonstruktion bis dahin nicht antizipierter Prozesse in komplexen Systemen, sondern erfordert zudem ein Verständnis davon, wie verhaltensähnliche Prozesse selbstständiger Technik beeinflusst werden können. Hier bestand Nachbesserungsbedarf. Mittlerweile wurde die Zahl der Prozesssteuerer von einem auf zwei erhöht. Die Revision des Leitstandskonzeptes ist damit noch nicht abgeschlossen. Die Kreativität der Planer richtet sich bereits auf Kommunikationsstrukturen im Leitstandsteam und die Frage, wie Arbeitsabläufe im Leitstand angemessen abgebildet werden können. Das Ziel ist, es den Operateuren zu erleichtern, bei der Steuerung komplexer Prozesse den Überblick zu behalten und auch dann angemessen zu reagieren, wenn Technik beginnt, in der Interaktivität mit dem Menschen mehr Eigenständigkeit als zuvor zu entwickeln.

2.6 Fazit: Spezifische Steuerungsprobleme

Die Planung, Steuerung und Durchführung der Terminalprozesse auf dem CTA ist auf menschliche Entscheidungen und Handlungen und maschinelle Aktivitäten und Abstimmungen verteilt. Selbst eine erfolgreich umgesetzte und aufgrund der Integration von Hybridität innovative Automationsstrategie bleibt auf den Menschen als Entscheider und Problemlöser angewiesen. Solange die logistische Praxis auf einem Terminal wegen Erwartungsunsicherheiten flexibel bleiben muss und Störungen unvermeidlich sind, muss konventionell nachjustiert und korrigiert werden.

Im Modus der Störungsbewältigung sind die Operateure auf konventionelle Praktiken zurückgeworfen. Problemlösungen müssen den Umweg über den Leitstand nehmen. Dies kann rasche Reaktionen verhindern. Zudem ist der Leitstand auf die optimierte Bewältigung von Routineabläufen und die üblichen Flexibilitätserfordernisse hin ausgelegt, nicht jedoch darauf, verhaltensähnliche Abläufe in hybriden Konstellationen zu deuten und Lösungen zu improvisieren. Folgende Indizien verweisen auf diese Problematik der Bewältigung des nicht Routinisierbaren:

- Bisher war auf dem CTA nur ein Systemsteuerer vorgesehen, nun werden zwei eingesetzt.
- Die Leitstandoperateure verfügen weiterhin nur über einen bis drei an ihrem individuellen Arbeitsplatz befindliche Bildschirme, nicht aber über eine für alle im Blick befindliche, komprimierende und anschauliche Repräsentation des Systemzustandes.
- Zudem fehlt es an einer technischen Unterstützung im Umgang mit den bis dato schon bekannten emergenten Effekten in komplexen Systemen und den unerwartbaren Ergebnissen jener Interaktivität und Selbstständigkeit von Technik, die als neuer Problemzusammenhang identifiziert werden konnte.
- Eigene Assistenzsysteme zur Bewältigung von Abweichungen von der Routine fehlen. Deren Entwicklung und Einsatz ist immer mit der Frage verknüpft, wie sie in das Terminalkonzept als Ganzes zu integrieren sind.

Damit steht die Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen auf der Handlungsebene ebenso zur Disposition wie die strategische Gestaltung des gesamten Terminals.

In Erweiterung jener Perspektive, die durch die Fallstudie abgedeckt ist, wird abschließend auf Koordinationen und Flexibilitätserfordernisse hingewiesen, die sich aus der Integration des Terminals als Großanlage in ein großes technisches Infrastruktursystem ergeben. Zusätzlich zu den bisher thematisierten terminalinternen Anforderungen müssen auf dem Terminal auch solche Veränderungen und Störungen bewältigt werden, die durch andere Systeme (zum Beispiel Schifffahrt) oder die Umwelt (zum Beispiel Witterung) entstehen. Die in der Fallstudie festgestellte Steuerungsproblematik ist demnach nur ein Teilaspekt eines übergeordneten Koordinationsproblems.

3 Transformationen

Die Frage, was hybride Systeme von konventionellen soziotechnischen Systemen unterscheidet, lässt sich unter Verweis auf die Fallstudie nunmehr beantworten. In den folgenden drei Bereichen – Interaktion, Risiko und Governance – sind neue Tendenzen zu beobachten, die eine techniksoziologische Einordnung und Interpretation erfordern.

3.1 Interaktion

Wenn »intelligente« Technik im Spiel ist, verändern sich die Formen der Mensch-Maschine-Interaktion. Im Umgang mit konventioneller Technik benutzen

menschliche Akteure die Technik in der Regel als ein Instrument zur Realisierung eines Zweck-Mittel-Kalküls, wobei sie davon ausgehen, dass die Apparate, Geräte und Verfahren ihrer Kontrolle unterstehen und nach vordefinierten Algorithmen funktionieren.

Die Mensch-Maschine-Interaktion ändert sich grundlegend, wenn avancierte Technik im Spiel ist (Weyer 2007). Avancierte Technik zeichnet sich gerade dadurch aus, dass sie aufgrund der (sensorbasierten) Interaktion zwischen dem technischen Gerät und seiner Umwelt situationsangepasste Lösungen generiert, die nicht vorab prognostiziert werden können. Avancierte Technik generiert ein komplexes Repertoire von Verhaltensweisen, die sich aus der nicht linearen Verknüpfung der internen Operationen ergeben (Brooks 2002; Richter/Rost 2004). Die Algorithmen sind zwar deterministisch angelegt und oftmals verblüffend simpel (Resnik 1995; Epstein/Axtell 1996; Colella 2001); dennoch zeigen derartige technische Systeme ein erstaunlich reichhaltiges Verhalten, das für den externen Beobachter undurchschaubar und kaum berechenbar ist (Christaller 2001; Rammert 2003). Mit der zunehmenden Autonomie von Technik verändert sich also der Status des Menschen: Er ist aufgrund der Undurchschaubarkeit der Abläufe immer weniger in der Lage, seine strategischen Kalküle unter intelligenter Nutzung der Optionen wie auch der Freiräume, die die Technik bietet, umzusetzen. Der Mensch wird zum passiven Beobachter eines Systems, das er immer weniger versteht. Er muss sein Verhalten der Maschine anpassen und wird dabei zunehmend zu passiv-reaktivem, adaptivem Verhalten gezwungen. Die Autonomie der Technik führt also zu einer Verringerung des Handlungsspielraums des Menschen und zu einem Verlust an Strategiefähigkeit.

3.2 Risiko

Die Undurchschaubarkeit und Unberechenbarkeit avancierter Technik hat eine bislang unbekannte Verschärfung des Risikos zur Folge, und zwar derart, dass einerseits das Sicherheitsniveau durch den Einsatz moderner Technik kontinuierlich steigt, andererseits aber das Problem der Entscheidung unter Unsicherheit immer gravierender wird. Hybride Technik führt also zu einer nochmaligen Zuspitzung der bekannten Probleme hoch automatisierter Systeme (Weyer 1997, 2006): Phasen monotoner Routinearbeit, die weitgehend aus der Überwachung automatischer Abläufe besteht, wechseln – abrupt und überraschend – mit Phasen intensiver Anspannung, in denen ein rasches und kompetentes Störfallmanagement gefragt ist. Die Fähigkeit zur Intervention und zur Krisenbewältigung nimmt jedoch in dem Maße ab, wie die vermeintlich perfekte Technik den Nutzer in Sicherheit wiegt und ihm die Möglichkeit nimmt, die entsprechenden Qualifikationen zu erwerben und zu trainieren. Vigilanzreduktion (verringerte

Wachsamkeit), mangelnde *situational awareness* (Situationsbewusstsein) und *complacency* (Zufriedenheit mit dem System) sind die Aspekte, mit denen sich die arbeitswissenschaftliche Forschung seit Jahren intensiv befasst, ohne jedoch bislang befriedigende Lösungen anbieten zu können (Blutner/Cramer/Haertel 2006).

Denn in hybriden Systemen, in denen avancierte Technik an der Problemlösung mitwirkt, verschärft sich das Risiko. Ein instruktives Beispiel ist die von Bosch entwickelte automatische Geschwindigkeitsregelung ACC (Adaptive Cruise Control), die seit dem Jahr 2000 im Einsatz ist und den erforderlichen Abstand zum Vordermann automatisch einhält. Das System unterstützt den Fahrer und entlastet ihn; es bietet jedoch »keinen zuverlässigen Schutz gegen Auffahrunfälle« (Hack 2004), weil es den Wagen nicht vollständig zum Stillstand bringt. Dies ist erst mit der elektronischen Notbremse möglich, die ab 2006 im Lkw- und ab 2009 im Pkw-Bereich eingesetzt werden soll. Somit entsteht eine neue und bislang unbekannte Unsicherheit zweiten Grades. Denn der Fahrer hat nunmehr zwei Aufgaben: Er ist dafür verantwortlich, den Wagen abzubremsen, und muss zugleich das Assistenzsystem überwachen und blitzschnell entscheiden, ob der automatisch eingeleitete Bremsvorgang ausreicht oder ob er manuell eingreifen muss. Die dafür verfügbare Zeit ist jedoch erheblich kürzer als bisher und verlangt eine hohe Aufmerksamkeit, die jedoch in dem Maße schwindet, in dem der Fahrer sich auf das Funktionieren elektronischer Assistenzsysteme verlässt.

Diese zeitkritische Kopplung von Prozessen und Entscheidungen und die damit verknüpften interpretativen Unsicherheiten ließen sich ebenso auf dem Containerterminal beobachten. Wenn das gemeinsame Merkmal dieser ansonsten divergenten Systemkonfigurationen in ihrer Hybridität liegt, unterstützt dies die Interpretation vom Anstieg des Risikos zweiter Ordnung aufgrund hybrider Konstellationen. Hier deutet sich für Perrows Analyse des Risikos in konventionellen Systemen eine Aktualisierungsmöglichkeit an: In Ergänzung zu Kopplung und Komplexität kann Hybridität selbst als ein Risikofaktor identifiziert werden.

3.3 Governance

Avancierte Technik eröffnet neuartige Optionen der Steuerung und Selbststeuerung technischer Systeme. Historisch kann man – Gene Rochlin (1998) folgend – eine Phase der zentralen Steuerung von Organisationen in den fünfziger und sechziger Jahren festmachen, die sich IT-technisch auf Großrechner stützte, gefolgt von einer Phase der dezentralisierten Selbstorganisation in den siebziger und achtziger Jahren, die durch den Personal Computer möglich wurde. Die nunmehr seit den neunziger Jahren sich eröffnende Option der zentralen Koordination und Steuerung dezentraler Strukturen ergab sich vor allem durch

die elektronische Vernetzung der Systemkomponenten, die sich auf Netzwerktechnologien stützt und in zunehmendem Maße auch die Integration mobiler Elemente des Netzwerks ermöglicht – und zwar durch Ortungs-, Identifikations- und Kommunikationstechniken wie GPS, RFID und GSM. Diese Koordination und Selbststeuerung mobiler Elemente kann sowohl in einem offenen System wie dem Straßenverkehr (mit wenig disziplinierten Akteuren) als auch in einem geschlossenen System wie dem Containerterminal (mit hochgradig disziplinierten Agenten) beobachtet werden. Fraglich bleibt, inwieweit Steuerungsmodi in geschlossenen Systemen auf solche in offenen Systemen übertragen werden können.

In dem Maße, in dem alle Teilnehmer eines Netzwerks in Echtzeit elektronisch untereinander kommunizieren können, ergeben sich zwei sehr unterschiedliche Optionen (Weyer 2005, 2006, 2007).

Eine *zentrale Koordination und Steuerung* versucht, ein Gesamtoptimum dadurch zu erreichen, dass aus den verfügbaren Daten, insbesondere aus den Handlungsabsichten der Teilnehmer (zum Beispiel Fahrtzeiten und Fahrziele), ein Szenario entwickelt wird, das die Gesamtauslastung des Systems erhöht und die Ressourcen möglichst optimal einsetzt. Verkehrsstaus ließen sich so weitgehend vermeiden, allerdings unter der Einschränkung, dass die individuellen Akteure bereit sein müssten, den Vorgaben zu folgen, das heißt, sich normativ zu integrieren und der Versuchung des Trittbrettfahrens zu widerstehen. Zudem müssten die einzelnen Fahrzeuge elektronisch derart ausgerüstet sein, dass ihre Aktionen in Echtzeit überwacht und gesteuert werden könnten, um etwa zu verhindern, dass ein Autofahrer einen *slot* nutzt, der ihm nicht zugewiesen wurde oder den er nicht auf der Internet-Börse ersteigert hat. Dies beinhaltet also eine »totalitäre« Kontrolle (Mattern 2003: 35).

Eine *dezentrale Selbstkoordination* würde es hingegen den Teilnehmern überlassen, durch individuelle Optimierung (zum Beispiel durch Verwendung eines Navigationssystems mit dynamischer Routenplanung) beziehungsweise durch Aushandlungsprozesse vor Ort (zum Beispiel durch Nutzung des Kollisionsvermeidungssystems TCAS in der zivilen Luftfahrt, das neben der zentralen Steuerung des Luftverkehrs als dezentraler Steuerungsmodus eingeführt wurde) brauchbare Lösungen zu generieren. In vielen Verkehrsbereichen wird momentan mit derartigen Ansätzen experimentiert; so sollen beispielsweise Güterwagen auf Rangierbahnhöfen in Zukunft in der Lage sein, die Weichen selbsttätig zu stellen,¹¹ und die AGV optimieren bereits ihr Routing in der Koordination untereinander. Auch in der Luftfahrt zeichnet sich gegenwärtig ein Systemwechsel ab: Der traditionelle Modus der hierarchischen, zentralisierten Steuerung des

11 Persönliche Information von Florian Schwarz, IML Dortmund, 23. Juni 2005.

Luftverkehrs durch ATC-Zentren, der seit den siebziger Jahren vorherrschte und den Piloten wenig Entscheidungsfreiheiten ließ, wird seit den neunziger Jahren durch einen neuen Governance-Modus der dezentralen Koordination ergänzt und schrittweise abgelöst. Dieser beinhaltet eine neue Arbeitsteilung, die dem Fluglotsen immer stärker die Aufgabe des Air Traffic Control and Management (ATM) zuweist, während der Pilot, gestützt auf neue Technologien, eine größere Autonomie in Fragen der Navigation (»Free-Flight«) und der Kollisionsvermeidung erhält, damit zugleich aber auch eine größere Verantwortung übernimmt (Hughes/Mecham 2004: 48).

Die Problematik dieses Governance-Modus der Selbstkoordination besteht allerdings darin, dass die selbst organisierte Abstimmung individueller und Nutzen maximierender Akteure zu unvorhersehbaren emergenten systemischen Effekten führen kann, die wiederum nicht intendierte Folgen nach sich ziehen können (zum Beispiel die Verlagerung des Verkehrs in Wohngebiete). Selbst eigenständige Abstimmungen technischer Funktionseinheiten untereinander können derartige Effekte hervorbringen (wie zum Beispiel Cluster-Bildung auf dem Terminal). Ob es möglich ist, auch in sicherheitskritischen Bereichen Lösungen zu finden, die zumindest das gleiche Niveau an Sicherheit gewährleisten können wie bisher, ist zurzeit eine offene Frage. Und es ist sozialtheoretisch höchst spannend, am Beispiel hoch automatisierter Verkehrssysteme das Problem der Entstehung sozialer Ordnung neu zu diskutieren und die Frage aufzuwerfen, ob soziale Ordnung auf marktförmige Weise durch das Zusammenspiel rationaler Egoisten entsteht oder ob regulierende Eingriffe staatlicherseits erforderlich sind, die das Verhalten der Akteure durch (weiche oder harte) Eingriffe im Sinne des globalen Optimums steuern.

Es wird umfassender empirischer Forschung überlassen bleiben, einen kausalen Zusammenhang zwischen Hybridität und Steuerungsmodi aufzudecken oder zu verwerfen. Allerdings deutet die mannigfaltige Verwendung smarterer Technik – von Bremsassistenten im privaten PKW bis zur Steuerung komplexer Verkehrs- und Infrastruktursysteme – auf die Notwendigkeit hin, ein differenziertes Verständnis hybrider Steuerungsformen zu entwickeln. Dafür spricht auch die Ausdifferenzierung von Infrastruktursystemen in Verkehrssysteme und Großanlagen und die Rekombination von Systembestandteilen, die dann als Systeme zweiter Ordnung (zum Beispiel organisierter Massentourismus, Transplantationsmedizin) betrachtet werden können (Joerges 1992: 58–62). Die Mannigfaltigkeit möglicher Verwendungskontexte und systemischer Rekombinationsmöglichkeiten verringert die Wahrscheinlichkeit, hybrider Technik beziehungsweise hybriden Systemen eine Affinität zu einem spezifischen Steuerungsmodus nachweisen zu können, wie dies bei zentralisierten großtechnischen Systemen der Fall war.

4 Hybride Technik – ein neuer Techniktypus?

Hybride Systeme, in denen Entscheidungen auf avancierte Technik und menschliche Akteure verteilt sind, lassen sich also mit dem traditionellen Repertoire der Techniksoziologie, die sich vorrangig mit dem Verhältnis von Mensch und konventioneller (instrumenteller) Technik befasst hat, nicht adäquat erfassen. Die »Handlungsfähigkeit der Technik« (Rammert/Schulz-Schaeffer 2002) macht es erforderlich, das Konzept der Interaktion zu überdenken, die neuen Dimensionen des Risikos zu berücksichtigen und vor allem die Frage nach der Entstehung sozialer Ordnung beziehungsweise nach der Steuerung und Selbststeuerung hybrider Systeme neu zu stellen – auch hinsichtlich der hier nicht diskutierten Frage, ob es Möglichkeiten gibt, die beiden Governance-Modi der zentralen und dezentralen Koordination zu einer Art »drittem Weg« zu verknüpfen. Es spricht also Einiges für die Vermutung, dass wir es mit einem neuen Techniktypus zu tun haben, der die (Technik-)Soziologie herausfordern könnte, ihre Kategorien, Begriffe, Modelle und Theorien neu zu überdenken.

Dennoch wäre es voreilig, die Entstehung eines neuen Typus von Technik als Beleg für einen technischen Determinismus, und sei es eines sanften, zu interpretieren. Technik an sich hat keine soziale Gestaltungsmacht; das belegen allein die vielen gescheiterten beziehungsweise nicht realisierten Inventionen. Technikonstruktion bleibt bei aller Eigentätigkeit von Technik immer ein sozialer Konstruktionsprozess, in dem technische Optionen genutzt oder nicht genutzt werden. Dabei bilden die Potenziale, die die technische Entwicklung bietet, eine wichtige Ressource. Es wäre aber kurzschlüssig, das Auftauchen einer neuen Technik unmittelbar mit gesellschaftlichem Wandel zu assoziieren. Der Prozess ist wesentlich vielschichtiger, und nur eine detaillierte Betrachtung der Wechselwirkungen zwischen den Ebenen macht deutlich, welche Rolle Technik und welche die Akteure in diesem Prozess spielen.

Autonome Technik verändert die Konstellationen auf der Mikroebene der Mensch-Maschine-Interaktion gravierend. Hier vollziehen sich dramatische Veränderungen, die sogar die vollständige Verdrängung des Menschen aus der Systemsteuerung denkbar machen. Hier werden innovative Konzepte entwickelt und erprobt, und die Technik wird in der Alltagspraxis der Mensch-Maschine-Interaktion immer mehr zum gleichwertigen Mitspieler, der in Gebiete vordringt, die zuvor allein dem Menschen vorbehalten waren.

Allerdings sind diese Innovationen nur dann gesellschaftlich folgenreich, wenn neue Konstellationen der Mensch-Maschine-Interaktion auch in soziotechnischen Systemen so weit stabilisiert werden, dass sie zu erprobten und bewährten Standard-Praktiken werden (etwa in der Containerlogistik oder der Flugsicherung). Dabei zeigt sich, dass innovative technische Optionen (wie etwa sich

selbst regulierende Software für die Flugsteuerung) sich an tradierten und bewährten institutionellen Regelungen brechen und sich somit nicht im Selbstlauf durchsetzen. Zudem sind die Systembetreiber durch Störfälle oder Unfälle darauf aufmerksam geworden, dass es gewisse Grenzen der Automation gibt, weil der Mensch als Störfallmanager nur schwer ersetzbar ist (Haertel/Weyer 2005).

Die enorme Dynamik, welche die autonome Technik auf der Mikroebene ausgelöst hat, setzt sich also nur gebrochen und gefiltert auf der Mesoebene der soziotechnischen Systeme fort. Inwiefern diese Dynamik auch auf die Makroebene der sozialen Techno-Strukturen und gesellschaftlichen Institutionen durchschlagen wird, kann gegenwärtig noch kaum seriös beantwortet werden. Man kann in verschiedenen Praxisfeldern wie zum Beispiel in der Luftfahrt und in der maritimen Containerlogistik erste tastende Versuche beobachten, neuartige Governance-Strukturen experimentell zu erproben. Ob diese langfristig zu einem Umbau der Regelwerke und institutionellen Strukturen führen werden, ist schwer abschätzbar. Dies hängt nicht nur von der Beharrungskraft der bestehenden Institutionen ab, sondern auch von der Frage, ob neuartige Formen der dezentralen Selbstkoordination sich dauerhaft bewähren; konkret: ob es gelingt, das hohe Niveau der Sicherheit in der Luftfahrt zu erhalten, wenn die Flugzeuge ihre Aktionen untereinander koordinieren, ohne dass es eine übergeordnete Kontrolle gibt. Bis es zu einer unhinterfragten sozialen Tatsache wird, dass wir technisch generierten Koordinationsleistungen vertrauen, ist es vermutlich noch ein weiter Weg. Denn im Unterschied zu der geringen Wahrscheinlichkeit, hybride Systeme einem spezifischen Steuerungsmodus zuzuordnen und daraus technikdeterministische Konsequenzen ziehen zu können, kann eine technische Restriktion in der sozialen Gestaltung hybrider Systeme vorbehaltlich weiterer empirischer Belege festgestellt werden: Hybridität erfordert eigene Koordinationsformen zur Bewältigung von Störungen und Fehlleistungen, die es erforderlich machen, den menschlichen Operateur unter problematischeren Bedingungen als zuvor – nun handeln auch noch technische Instanzen mit – in die Lage zu versetzen, angemessen und zeitnah zu intervenieren.

Als Fazit kann also festgehalten werden: Aus der unbestreitbaren Autonomie der Technik, die immer mehr als mithandelnde Instanz wirkt, kann man zwar vorsichtig die Existenz eines neuen Techniktypus ableiten. Eine Revision des Standes der techniksoziologischen Forschung in Richtung Technikdeterminismus lässt sich damit jedoch nur schwer begründen. Es gibt auch im Falle avancierter Technik keine prägende Kraft von Technik, die sich im Selbstlauf durchsetzt und damit sozialen Wandel auslöst. Dies schließt den Nachweis technisch induzierter Restriktionen keineswegs aus. Die Zerstörung alter und die Konstruktion neuer sozialer Ordnungen bleiben jedoch vielschichtige soziale Prozesse, die es sorgsam empirisch zu analysieren und theoretisch zu verarbeiten gilt.

5 Literatur

- ATIP (Asian Technology Information Program), 2001: *Automation at the Port of Singapore*. Atip Technology Report ATIP01.036. <www.atip.org>
- Blutner, Doris/Stephan Cramer/Tobias Haertel, 2006: *Der Mensch in der Logistik: Planer, Operateur und Problemlöser*. Technical Report 06004, Sonderforschungsbereich 559, Modellierung großer Netze in der Logistik, Teilprojekt M14, April 2006. Dortmund: Universität Dortmund.
- Brooks, Rodney, 2002: *Menschmaschinen: Wie uns die Zukunftstechnologien neu erschaffen*. Frankfurt a.M.: Campus.
- Christaller, Thomas, et al., 2001: *Robotik: Perspektiven für menschliches Handeln in der zukünftigen Gesellschaft*. Berlin: Springer.
- Colella, Vanessa Stevens, et al., 2001: *Adventures in Modeling: Exploring Complex, Dynamic Systems with StarLogo*. New York: Teachers College Press.
- Epstein, Joshua M./Robert L. Axtell, 1996: *Growing Artificial Societies: Social Science from the Bottom Up*. Washington, D.C.: Brookings Institution Press.
- Hack, Gert, 2004: Auf Distanz. In: *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 9. November 2004, T3.
- Haertel, Tobias/Johannes Weyer, 2005: *Technikakzeptanz und Hochautomation*. In: *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* 14(3), 61–67. <www.itas.fzk.de/tatup/053/hawe05a.pdf>
- Hughes, David/Michael Mechem, 2004: *Free-Flight Experiments*. In: *Aviation Week & Space Technology*, June 7, 2004, 48–50.
- Joerges, Bernhard, 1992: Große technische Systeme: Zum Problem technischer Größenordnung und Maßstäblichkeit. In: Gotthard Bechmann/Werner Rammert (Hrsg.), *Großtechnische Systeme und Risiko* (Technik und Gesellschaft, Jahrbuch 6). Frankfurt a.M.: Campus, 41–72.
- Latour, Bruno, 1995: Mixing Humans and Nonhumans Together: The Sociology of a Door-Closer. In: Susan Leigh Star (Hrsg.), *Ecologies of Knowledge: Work and Politics in Science and Technology*. New York: State University Press.
- Mattern, Friedemann, 2003: Vom Verschwinden des Computers: Die Vision des Ubiquitous Computing. In: Friedemann Mattern (Hrsg.), *Total vernetzt: Szenarien einer informatisierten Welt*. 7. Berliner Kolloquium der Gottlieb Daimler- und Karl Benz-Stiftung, Heidelberg: Springer, 1–41.
- Mayntz, Renate, 2001: Triebkräfte der Technikentwicklung und die Rolle des Staates. In: Georg Simonis et al. (Hrsg.), *Politik und Technik: Analysen zum Verhältnis von technologischem, politischem und staatlichem Wandel am Anfang des 21. Jahrhunderts*. Politische Vierteljahresschrift, Sonderheft 31. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag, 3–18.
- Perrow, Charles, 1992: *Normale Katastrophen: Die unvermeidbaren Risiken der Großtechnik*. 2. Auflage. Frankfurt a.M.: Campus.
- Rammert, Werner, 2003: Technik in Aktion: Verteiltes Handeln in soziotechnischen Konstellationen. In: Thomas Christaller/Josef Wehner (Hrsg.), *Autonome Maschinen*. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag, 289–315.
- Rammert, Werner/Ingo Schulz-Schaeffer, 2002: Technik und Handeln: Wenn soziales Handeln sich auf menschliches Verhalten und technische Abläufe verteilt. In: Werner Ram-

- mert/Ingo Schulz-Schaeffer (Hrsg.), *Können Maschinen handeln? Soziologische Beiträge zum Verhältnis von Mensch und Technik*. Frankfurt a.M.: Campus, 11–64.
- Richter, Klaus/Jan-Michael Rost, 2004: *Komplexe Systeme*. Frankfurt a.M.: Fischer.
- Rochlin, Gene, 1989: Informal Organizational Networking as a Crisis-avoidance Strategy: US Naval Flight Operations as a Case Study. In: *Industrial Crisis Quarterly* 3, 159–176.
- , 1998: *Trapped in the Net: The Unanticipated Consequences of Computerization*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Thies, Gerhard, 2005: Deutlicher Trend zum Großcontainerschiff. In: *Internationales Verkehrswesen* 57(11), 518–520.
- Weyer, Johannes, 1997: Die Risiken der Automationsarbeit: Mensch-Maschine-Interaktion und Störfallmanagement in hochautomatisierten Verkehrsflugzeugen. In: *Zeitschrift für Soziologie* 26, 239–257.
- , 2005: In der hybriden Gesellschaft. In: *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 1. September 2005, 6.
- , 2006: Modes of Governance of Hybrid Systems: The Mid-Air Collision at Ueberlingen and the Impact of Smart Technology. In: *STI-Studies* 2, 127–149.
<www.sti-studies.de/articles/2006-02/Weyer-011206.pdf>
- , 2007: Die Kooperation menschlicher Akteure und nicht-menschlicher Agenten. Ansatzpunkte einer Soziologie hybrider Systeme. In: Günter Getzinger/Wilhelm Berger (Hrsg.), *Intervention und verteiltes Handeln* (im Erscheinen, zuerst erschienen als Soziologisches Arbeitspapier der Universität Dortmund Nr. 15/Juli 2006, <www.techniksoziologie-dortmund.de/veroeffentlichung/files/ap16.pdf>).

Analyse eines Technologiesektors: »Low-Technology«

Hartmut Hirsch-Kreinsen

1 Einleitung

Mit dem Begriff »Low-Technology« werden in der Innovationsforschung Wirtschaftssektoren bezeichnet, in denen nur geringe bis keine FuE-Aufwendungen getätigt werden. Grundlage dieser Kategorie ist der Indikator der FuE-Intensität, mit dem der Anteil des Aufwandes für Forschung und Entwicklung am jeweiligen Umsatz eines Unternehmens oder dem Produktionswert einer Branche gemessen wird. Anhand dieses Indikators werden Sektoren mit einer FuE-Intensität von mehr als 5 Prozent als »High-Tech« beziehungsweise »Hochtechnologie« und jene mit einer FuE-Intensität zwischen 3 Prozent und 5 Prozent als »Medium-High-Tech« beziehungsweise »komplexe Technologien« bezeichnet.¹ Sektoren mit einer FuE-Intensität zwischen 3 Prozent und 0,9 Prozent gelten als »Medium-Low-Tech« und solche mit weniger als 0,9 Prozent FuE-Intensität als »Low-Tech«. Beide sollen im Folgenden unter »Low- and Medium-Technology« – LMT – beziehungsweise »nicht forschungsintensiv« zusammengefasst werden. Bezogen auf den industriellen Bereich werden damit zumeist »reife« Branchen wie die Herstellung von Haushaltsgeräten, das Ernährungsgewerbe, das Papier-, Verlags- und Druckgewerbe, die Holz- und Möbelindustrie und die Herstellung von Metallerzeugnissen wie die Gießereiindustrie und die Herstellung von Kunststoffwaren erfasst. Im Unterschied dazu werden unter High-Tech und Medium-High-Tech beispielsweise die Pharmaindustrie, Elektronikindustrie, Medizintechnik und der Fahrzeugbau, der Luft- und Raumfahrzeugbau sowie größere Bereiche des Maschinenbaus und der Elektroindustrie rubriziert. Bezogen auf das gesamte verarbeitende Gewerbe weist der industrielle LMT-Sektor in Deutschland sowie im Durchschnitt einer ganzen Reihe von OECD-Ländern bis heute einen hohen Beschäftigungsanteil von mehr als 60 Prozent auf (Kaloudis et al. 2005).

¹ Erfasst werden mit diesem Indikator unternehmensinterne FuE-Aufwendungen für FuE-Personal, weitere FuE-Kosten und Investitionen sowie unternehmensexterne Aufwendungen zum Beispiel für FuE-Aufträge an andere Unternehmen und Organisationen (OECD 2002: 108–110).

Allein diese überraschenden Daten legen die Frage nahe, welchen Stellenwert der industrielle LMT-Sektor für die zukünftige sozioökonomische Entwicklung in altindustrialisierten Ländern wie Deutschland aufweist, deren Perspektive ja vielfach als High-Tech-basierte Wissensgesellschaften begriffen wird. Eine Antwort darauf erfordert zunächst allerdings eine genauere Klärung der möglichen Besonderheiten dieses Sektors, insbesondere, ob es sich dabei um einen spezifischen Technologiesektor handelt, der durch bestimmte Strukturbedingungen und Innovationsverläufe zu kennzeichnen ist. Bislang dazu vorliegende Forschungsergebnisse machen zweierlei deutlich. Zum einen gibt der Indikator der FuE-Intensität für eine genauere Analyse der Besonderheiten der infrage stehenden Unternehmen und Branchen aufgrund seiner Eindimensionalität nur wenig Hinweise, denn damit wird die Komplexität von Innovationsprozessen auf den Input messbarer Größen reduziert und ein linear-sequenzieller Verlauf industrieller Innovation von FuE hin zu Anwendung und Praxis unterstellt (zum Beispiel Godin 2004; Smith 2005). Zum anderen zeigt insbesondere eine Studie von Nick von Tunzelmann und Virginia Acha (2005), dass eine Klassifikation des nicht forschungsintensiven Sektors etwa über Merkmale wie Produktähnlichkeiten oder eine gemeinsame beziehungsweise ähnliche Technologiebasis aufgrund der Vielfalt der hier angesprochenen einzelnen Branchen nur schwer möglich ist. Wie im Folgenden gezeigt wird, lassen sich allerdings Ansatzpunkte zu einer tauglichen Klassifikation finden, wenn man die Technologieperspektive ergänzt durch ökonomische und soziale Dimensionen wie beispielsweise die Nachfragestrukturen als *key drivers* von Innovationen, von sich wandelnden technologischen Paradigmen und von spezifischen Unternehmensstrukturen.

An diese Überlegungen soll im Folgenden angeknüpft werden und ein für den LMT-Sektor typischer Innovationsmodus herausgearbeitet werden. Materialbasis hierfür sind die Ergebnisse eines größeren empirischen Projekts über die Verlaufsformen und Bedingungen von Innovationsprozessen in LMT-Unternehmen.² Die Fragestellung richtet sich dabei auf den wechselseitigen Zusammenhang zwischen organisationalen und institutionellen Strukturbedingungen und konkreten Innovationen im LMT-Sektor. Als analytische Heuristik soll dazu auf den institutionentheoretisch begründeten Ansatz der Innovationssysteme zurückgegriffen werden. Dieser Ansatz thematisiert in seinen verschiedenen Spielarten den Zusammenhang zwischen der Technologieentwicklung, der jeweiligen Wissensbasis, den manageriellen und organisatorischen Bedingungen

² Es handelt sich dabei um das Ende 2005 abgeschlossene und von der EU geförderte Forschungsprojekt »Policy and Innovation in Low-Tech Industries in Europe – PILOT« (vgl. <www.pilot-project.org>). Vorüberlegungen zu diesem Projekt finden sich in Hirsch-Kreinsen et al. (2005), Ergebnisse sind in Bender et al. (2005) und Hirsch-Kreinsen et al. (2006) zusammengefasst.

auf der betrieblichen und zwischenbetrieblichen Ebene und gesellschaftlich institutionellen Konstellationen.³

Daran orientiert, gliedern sich die folgenden Ausführungen in vier Abschnitte. Erstens werden auf der Basis des vorliegenden empirischen Materials für den LMT-Sektor typische Innovationsstrategien zusammengefasst, zweitens wird nach der Wissensbasis sowie den manageriellen und organisatorischen Bedingungen für LMT-Innovationen gefragt, drittens werden ihre gesellschaftlich-institutionellen Voraussetzungen thematisiert und schließlich wird resümierend der Versuch unternommen, einen LMT-Innovationsmodus herauszuarbeiten. Der Begriff Innovationen wird dabei, der auf Schumpeter zurückgehenden sozialwissenschaftlichen Innovationsdebatte folgend (zum Beispiel OECD 1997: 10; Fagerberg 2005: 4–9), weit gefasst: Darunter werden Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten, die Konstruktion und der erfolgreiche Absatz neuer Produkte, die Einführung neuer Produktionstechniken sowie die organisatorische Neugestaltung der Prozesse verstanden.

2 Typische Innovationsstrategien

Je nach ihrem primären Schwerpunkt und ihrer Zielsetzung lassen sich die Innovationsmaßnahmen der untersuchten LMT-Unternehmen⁴ zu typischen Innovationsstrategien bündeln:

Zum Ersten findet sich eine Innovationsstrategie, für die eine kleinschrittige und kontinuierliche Weiterentwicklung gegebener Produkte charakteristisch ist. Verbessert und verändert werden einzelne Produktkomponenten im Hinblick auf ihr Material, ihre Funktion und Qualität, wobei aber die Struktur und die technologischen Grundlagen eines Produktes erhalten bleiben.

3 Vgl. zum Beispiel Freeman (2002), Carlsson (2004) und Edquist (2005) sowie die instruktive Zusammenfassung institutionentheoretisch orientierter Konzepte der Technikforschung von Werle (2003). Zu den im Einzelnen als relevant erachteten Faktoren und Bedingungen vgl. zum Beispiel Malerba (2005: 384–395).

4 Es handelt sich um die Ergebnisse von Fallstudien in dreiundvierzig als nicht forschungsintensiv zu klassifizierenden Industrieunternehmen in neun EU-Ländern, die im Rahmen des oben erwähnten Forschungsprojektes PILOT von Mitte 2003 bis Mitte 2004 durchgeführt worden sind. Die Fallstudien wurden in den allermeisten Fällen in Unternehmen mit einer Beschäftigtenzahl zwischen 50 und rund 500 Beschäftigten durchgeführt. Bei mehr als der Hälfte der untersuchten Unternehmen handelt es sich um Metall verarbeitende Unternehmen, der Rest gehört zur Nahrungsmittel- und Textilindustrie, zur Holz verarbeitenden Branche und zur Papierherstellung.

Zum Zweiten kann eine Strategie identifiziert werden, deren zentrales Merkmal Innovationsmaßnahmen sind, die auf die Sicherung und Verbesserung der Absatzmarktsituation eines Unternehmens ausgerichtet sind. Im Einzelnen handelt es sich dabei beispielsweise um das modeorientierte Design von Produkten, die funktionale und technische Aufwertung von Produkten, die schnelle Anpassung an wechselnde Kundenwünsche und das Ausnutzen von Marktnischen, geschickte Strategien von Markenbildung und die Ausweitung von produktbegleitenden Serviceaktivitäten.

Zum Dritten findet sich eine Innovationsstrategie, die sich primär auf die laufende technische und ökonomische Optimierung und Spezialisierung ihrer technisch-organisatorischen Prozessstrukturen richtet. Die damit verbundenen einzelnen Maßnahmen stehen zwar oft in Zusammenhang mit der Weiterentwicklung von Produkten, jedoch dienen diese oftmals dazu, die Voraussetzung für eine Verbesserung der Prozessabläufe zu schaffen.

Im Hinblick auf ihre Schwerpunkte und Zielsetzungen können die verschiedenen Strategien zunächst nicht grundsätzlich von denen, die auch in Industriesektoren mit deutlich höherer FuE-Intensität anzutreffen sind, unterschieden werden.⁵ Betrachtet man allerdings ihre Verlaufsformen genauer, so können anknüpfend an Kategorien aus der Innovationsforschung (Henderson/Clark 1990) Besonderheiten verdeutlicht werden: Sie bewegen sich in einem Spektrum, das einerseits von einem Typus »inkrementeller« Innovationen und andererseits von einem Typus »architektureller« Innovationen begrenzt wird. Inkrementelle Innovationen sind dadurch gekennzeichnet, dass ein bestimmtes Produktdesign durch die Verbesserung einzelner Komponenten partiell weiterentwickelt wird; mit dem Begriff der architekturellen Innovationen hingegen wird die Neukombination existierender Komponenten zu einem neuen Produktdesign oder einer neuen technisch-organisatorischen Struktur des Produktionsprozesses bezeichnet. Die Gemeinsamkeit beider ist, dass jeweils gegebene technologische Kernkonzepte und Wissensbestände genutzt und im Rahmen damit vorgezeichneter Entwicklungspfade weiterentwickelt werden. Sie unterscheiden sich damit grundlegend von »radikalen« wie auch »modularen« Innovationen, die bestehende technologische Konzepte beziehungsweise Entwicklungspfade verlassen und die vielfach als typisch für High-Tech-Sektoren angesehen werden.

⁵ Vgl. beispielsweise die zusammenfassende Darstellung von Innovationsprozessen aus verschiedenen Branchen mit hoher FuE-Intensität bei Jürgens/Sablowski (2005).

3 Unternehmen und unternehmensübergreifende Beziehungen

3.1 Wissensbasis

Fragt man nun, orientiert an den grundlegenden Dimensionen des Ansatzes der Innovationssysteme, nach den strukturellen Bedingungen der skizzierten Innovationsstrategien, so ist man zunächst auf ihre Wissensbasis verwiesen. Für die hier infrage stehenden Unternehmen ist davon auszugehen, dass sie so gut wie keine eigenen FuE-Aktivitäten verfolgen und dass formalisierte Prozesse der Wissensgenese und -nutzung nur eine geringe Rolle spielen. Stattdessen verlaufen Innovationsaktivitäten in Form von »practical and pragmatic ways by doing and using« (Tunzelmann/Acha 2005: 417). Daran anschließend soll daher in einer allgemeinen Perspektive das für diese Unternehmen relevante Wissen als anwendungsorientiertes praktisches Wissen begriffen werden. Im Unterschied zu in ausgesprochenen FuE-Kontexten generiertem theoretisch-wissenschaftlichem Wissen, das sich an Kriterien wie theoretischer Relevanz und Universalität orientiert, wird praktisches Wissen in Anwendungskontexten neuer Technologien generiert und es folgt Gültigkeitskriterien wie Anwendbarkeit, Funktionalität, Effizienz und Störungsfreiheit der Nutzung einer Technologie. Bezeichnet wird damit ein komplexes Bündel verschiedener Wissens Elemente, das sowohl explizite, kodifizierte und formalisierte Elemente wie etwa Konstruktionszeichnungen und Pflichtenhefte für neue Produkte als vor allem auch implizite Elemente wie angesammelte Erfahrungen sowie eingespielte und bewährte Routinen bei der Lösung technischer Probleme umfasst. Letztere sind eng verknüpft mit alltäglicher Erfahrung und Prozessen des *learning by doing* und *learning by using*, die eine typische individuelle, wie aber auch kollektive Form des Erwerbs von praktischem Wissen darstellen.⁶ Beispiele hierfür sind kontinuierliche prozesstechnische Innovationen, die in der Regel im Kontext der laufenden operativen Funktionen stattfinden und von dem hierfür zuständigen Personal wie Betriebsleitung, Meister und qualifizierte Arbeiter angestoßen und vorangetrieben werden.

Als bedeutsam für das innovationsrelevante Wissen erweisen sich zudem unternehmensexterne Wissensquellen. Dabei handelt es sich sowohl um praktisches Wissen wie etwa Hinweise von Kunden auf Probleme und Defizite der Produkte als auch um wissenschaftlich generiertes Wissen in verschiedenen For-

⁶ Ähnliche Zusammenhänge bezeichnet die Kategorie des »operativen« Wissens bei Nonaka/ Takeuchi (1997: 86), mit der der Prozess der Integration (»Internalisierung«) expliziten beziehungsweise kodifizierten Wissens in laufende, sehr stark von implizitem Wissen charakterisierte Arbeitsprozesse bezeichnet wird.

men. Letzteres muss als unverzichtbares Komplement des unternehmensinternen praktischen Wissens angesehen werden. Erst die Kombination beider Wissensformen versetzt ganz offensichtlich viele der untersuchten Unternehmen in die Lage, Markt- und Innovationsanforderungen nachkommen zu können. Ein Beispiel hierfür sind weitreichende Prozessinnovationen durch die Adaptation neuer Prozessanlagen. Die Unternehmen greifen hierbei einerseits auf das ingenieurwissenschaftliche Wissen von Herstellern und Entwicklern zurück, das in neuen Produktionsanlagen inkorporiert und kodifiziert ist. Andererseits sind Spezifikationen sowie laufende Eingriffs- und Anpassungsmaßnahmen im Low-Tech-Anwenderbetrieb häufig unverzichtbar. Voraussetzung dafür ist das im jeweiligen Anwenderbetrieb akkumulierte praktische Wissen in seinen verschiedenen Formen – etwa über die Defizite und Probleme der bisher eingesetzten Produktionstechnik und einer erfahrungsgesättigten Einschätzung der technischen, organisatorischen wie natürlich auch ökonomischen Anwendungs- und Nutzungspotenziale neuer Techniken. Ein anderes Beispiel ist die Vorgabe von Materialparametern durch Materiallieferanten, die von den Produzenten übernommen und im Verlauf der Weiterentwicklung der Produkte gezielt genutzt werden. Insgesamt lässt sich die Wissensbasis der nicht forschungsintensiven Unternehmen damit als »verteilte Wissensbasis« charakterisieren (Smith 2003), die unterschiedliche Wissensformen voneinander unabhängiger Akteure oft aus verschiedenen Branchen und Technologiefeldern umfasst.

3.2 Organisation des internen Wissens

Ganz ohne Frage kann zunächst die spezifische Wissensbasis als zentrale Voraussetzung für die Innovationsfähigkeit der nicht forschungsintensiven Unternehmen angesehen werden. Sie bestimmt in hohem Maße Richtung und Reichweite der Innovationsaktivitäten, insofern als damit ein Handlungsrahmen für Unternehmen abgesteckt ist, der nur schwer überschritten werden kann.⁷ Entscheidend für die Innovationsfähigkeit der Unternehmen ist aber darüber hinaus, in welcher Weise die Unternehmen ihr verfügbares, intern sowie extern zugängliches Wissen tatsächlich nutzen. Der Ansatz der Innovationssysteme sieht hier relativ cursorisch als bestimmenden Einflussfaktor die Organisationsstrukturen und die internen Prozesse der Unternehmen. Präzisieren lässt sich dieser Zusammenhang mit dem Rückgriff auf das Konzept der *dynamic capabil-*

⁷ Es handelt sich dabei um jenes Phänomen, das in der Innovationsforschung mit dem Konzept der »absorptiven Kapazität« von Unternehmen diskutiert wird (Cohen/Levinthal 1990). Danach ist die in einem Unternehmen je gegebene Wissensbasis (*prior knowledge*) in hohem Maße bestimmend für die Fähigkeit von Unternehmen, neues Wissen bewerten und für Innovationen gezielt nutzen zu können.

ity).⁸ Gemeint ist damit die Fähigkeit, die die Unternehmen in die Lage versetzt, ihre Wissensbasis strategisch zu pflegen und zu entwickeln, sie zu mobilisieren und dabei die einzelnen Wissens Elemente in jeweils spezifischer Weise zu kombinieren, um damit schließlich technologische Innovationen zu generieren. Gewendet auf den Fall des nicht forschungintensiven Sektors lässt sich dieser Zusammenhang wie folgt näher bestimmen:

- Erstens geht es um die Fähigkeit, im Prinzip verfügbares Wissen im Rahmen von Produkt- und Prozessinnovationen zu nutzen und weiterzuentwickeln, also dieses Wissen kontinuierlich zu transformieren. Bei der beschriebenen Strategie der kontinuierlichen Prozessoptimierung spielt diese Fähigkeit eine entscheidende Rolle.
- Zweitens handelt es sich um die Fähigkeit, verfügbare Wissens- und Technologieelemente kontinuierlich zu rekombinieren und damit geänderte Produkte und Prozessstrukturen zu realisieren. Von besonderer Bedeutung ist diese Fähigkeit etwa im Fall der marktorientierten Innovationsstrategie, in deren Rahmen weiterentwickelte Produktmodule zu einem neuen Produktdesign zusammengesetzt werden.
- Drittens wird hiermit eine Dimension angesprochen, die die Fähigkeit zur Integration neuen Wissens bezeichnet. Abgestellt wird damit darauf, dass eine Reihe der untersuchten Unternehmen mehr oder weniger kontinuierlich neues, in der Regel extern generiertes Wissen – seien es praktische Erfahrungen des Vertriebspersonals über völlig geänderte Absatzbedingungen, seien es ingenieurwissenschaftliche Forschungsergebnisse über neue Bearbeitungsverfahren oder mögliche Produktmaterialien – aufgreifen, in ihre bestehende Wissensbasis integrieren und davon ausgehend neue Produkte und Prozesse entwickeln.

Diese Fähigkeit zur Wissensnutzung basiert dabei in hohem Maße auf den Routinen und Strukturen der Unternehmensorganisation, etwa auf der Art der Arbeitsteilung, auf den vorherrschenden Kommunikations- und Kooperationsformen und den damit verbundenen Qualifikations- und Personalstrukturen (Henderson/Clark 1990: 15–18; Cohen/Levinthal 1990: 131–135). Bezogen auf die untersuchten Unternehmen lassen sich die folgenden Zusammenhänge ausmachen. In manchen Fällen versucht das Management durch die Definition

⁸ Vereinfacht formuliert ist bei diesem aus der Managementforschung stammenden ressourcenorientierten Analysekonzept (zum Beispiel Dosi et al. 2000) das zentrale Argument, dass Unternehmen durch eine spezifische Kombination besonderer und knapper Ressourcen, insbesondere Wissen der verschiedensten Art, charakterisiert werden können und dass sie jeweils über eine spezifische Fähigkeit, eben als *dynamic capability* gefasst, verfügen müssen, diese Ressourcen für ihre strategischen Ziele nutzen zu können (vgl. Laestadius 2005; Bender/Laestadius 2005).

von Entwicklungsprojekten mit bestimmter Priorität und durch Zielvereinbarungen, mit den wenigen Ingenieuren und Meistern Produkt- und Prozessinnovationen strategisch anzugehen. In anderen Fällen, etwa bei modeorientierten Bekleidungsherstellern, finden sich relativ etablierte und über Jahre eingespielte Verfahrensweisen, im Rahmen des laufenden Produktionsprozesses Produktideen zu generieren. Daneben sind aber auch solche Fälle beobachtbar, in denen Innovationsideen Ergebnis eher zufälliger Trial-and-Error-Prozesse sind, ja oftmals auf die Ideen einzelner Manager, Techniker oder Vertriebsangestellter zurückzuführen sind. Als entscheidende Bedingungen für die Effektivität dieser Praktiken können Aspekte wie hinreichend offene Kommunikationskanäle, zumindest in begrenztem Maße verfügbare Handlungsspielräume und gewisse Zeitreserven zumindest bei bestimmten Beschäftigten, aber auch entsprechende Anstöße und Vorgaben seitens des Managements angesehen werden, die auf eine zielgerichtete Mobilisierung des verfügbaren Wissens abstellen.

3.3 Management der verteilten Wissensbasis

Aufgrund der hohen Bedeutung unternehmensexterner Akteure und ihres Spezialwissens ist die Fähigkeit zum Management und zur effektiven Koordination unternehmensübergreifender Austauschbeziehungen eine weitere ganz zentrale Voraussetzung für erfolgreiche LMT-Innovationen. Wesentlich für die Funktionsfähigkeit solcher Beziehungen ist eine an den Erfordernissen einer unternehmensübergreifenden Kooperation ausgerichtete Organisationsstruktur des jeweiligen Unternehmens, wie zum Beispiel der Aufbau entsprechender Kommunikationskanäle, von Schnittstellen und von personellen Zuständigkeiten, die auf Kooperationsbeziehungen ausgerichtet sind. Eine wichtige Vorbedingung hierfür ist die Professionalität des jeweiligen Managements, das in der Lage sein muss, die spezifischen Kompetenzen und damit verbunden die Interessen verschiedenster Kooperationspartner so aufeinander abzustimmen und zu regeln, dass der Transfer des erforderlichen Wissens gewährleistet ist.

Betrachtet man konkret die Zulieferbeziehungen, so lässt sich ein breites Spektrum verschiedener überbetrieblicher Beziehungen ausmachen. Zum einen handelt es sich um Zulieferunternehmen aus unterschiedlichen Branchen und mit spezifischen Kompetenzen, die zuverlässig, flexibel und vor allem kostengünstig einfache und standardisierte Vorprodukte und Produktkomponenten liefern. Im Hinblick auf die Innovationsstrategien sind solche Standardlieferanten insofern von Bedeutung, als ihre Lieferfähigkeit und vor allem auch ihre Preise unter Umständen ganz entscheidenden Einfluss darauf haben, wie erfolgreich beispielsweise ein Problemlöser tatsächlich ist, wie schnell neue Absatzmöglichkeiten erschlossen werden können und ob mit den lieferbaren Teilen

und Komponenten geplante Produktinnovationen möglich sind. Zum anderen geht es um verschiedentlich als »strategisch« bezeichnete Lieferanten, die aufgrund ihres speziellen Wissens über Materialien, Fertigungsmöglichkeiten usw. wichtige Anstöße für Weiterentwicklungen der LMT-Produkte geben und die Wissensdefizite der entsprechenden Unternehmen ausgleichen können.

Im Hinblick auf die Beziehung der LMT-Firmen zu Kunden und Abnehmern finden sich ebenfalls sehr unterschiedliche Situationen. Auf der einen Seite setzen Unternehmen mit einer marktorientierten Strategie auf einen direkten Zugang zu Endkunden durch eingespielte Verkaufskanäle und längerfristige Beziehungen. Dabei sind beispielsweise eine genaue Kenntnis über sich wandelnde Kundenpräferenzen und Verkaufsstrategien großer Einzelhändler unverzichtbar für Absatzerfolge und die Fähigkeit, neue Absatzmöglichkeiten und Marktnischen aufzuspüren und durch Produktmodifikationen zu nutzen. Auf der anderen Seite lassen sich Marktaktivitäten identifizieren, mit denen die Unternehmen lediglich auf Vorgaben und Anstöße von mächtigen Großkunden für bestimmte Produktinnovationen reagieren. In der Regel müssen diese Produktspezifikationen ohne Modifikation und Anpassung an die eigenen Produkt- und Produktionsbedingungen von den nicht forschungsintensiven Firmen akzeptiert und realisiert werden. In diesen Fällen findet sich ein weit verbreitetes Muster machtasymmetrischer Zulieferbeziehungen, das die Innovationsstrategien der nicht forschungsintensiven Unternehmen in hohem Maße bestimmt.

4 Gesellschaftlich-institutionelle Bedingungen

Die Wissensbasis der Unternehmen und ihre Fähigkeit, sie strategisch zu nutzen, sind stets eingebettet in unternehmensübergreifende, gesellschaftsstrukturelle Bedingungen. Folgt man dem Ansatz der Innovationssysteme, so geht es dabei vor allem um jene gesellschaftlich-institutionellen Bedingungen, die in einem erkennbaren Zusammenhang mit Technologieentwicklung und Innovationen stehen. Das vorliegende empirische Material zu den LMT-Innovationen verweist allerdings auf unterschiedlich relevante Zusammenhänge. Sie lassen sich in einem breiten Spektrum unterschiedlich intensiver Formen der Kopplung zwischen den Innovationsstrategien und den gesellschaftlichen Institutionen verorten.

4.1 Lose Kopplung mit Arbeitsmarkt und Forschungspolitik

Die Bedingungen des Arbeitsmarktes und die Institutionen der Berufsbildung können für die wenigsten der untersuchten LMT-Unternehmen als bedeutsam angesehen werden. Die Versorgungslage mit spezifisch qualifiziertem technischem Personal spielt allenfalls für jene Unternehmen eine Rolle, die, wie etwa Papierproduzenten, aufwendige und anspruchsvolle Produktionsanlagen einsetzen. Qualifiziertes und autonom handelndes Personal ist in diesen Fällen eine zentrale Voraussetzung dafür, Prozessstörungen antizipieren und teure Stillstandszeiten der Anlagen vermeiden zu können. Verviesen wird hier etwa auf fehlende sogenannte Hybridqualifikationen, die sowohl traditionelle technisch-fachliche Komponenten als auch auf neue Technologien und Organisationsformen bezogene Fähigkeiten umfassen. Qualifikationsdefizite dieser Art treten offensichtlich unabhängig davon auf, ob die Unternehmen wie in Deutschland auf gelernte Facharbeiter oder wie in Skandinavien oder Irland auf schulisch qualifiziertes Personal zurückgreifen können.

Für die Mehrheit der untersuchten Unternehmen erweisen sich hingegen die Institutionen des Arbeitsmarktes und des Qualifikationserwerbs als wenig bedeutsam für ihre Innovationsfähigkeit. Denn, wie angedeutet, bündeln viele der nicht forschungsintensiven Unternehmen ihr internes Wissen in der Hand weniger Manager und Experten, während die Mehrheit der Beschäftigten mehr oder weniger angelernte Arbeitskräfte sind. Es liegt auf der Hand, dass damit kaum besondere Rekrutierungs- und Qualifizierungsprobleme einhergehen und diese Unternehmen auf gesellschaftlich regulierte Prozesse des Qualifikationserwerbs so gut wie nicht angewiesen sind. Insofern sind die untersuchten Unternehmen vielfach in einen Arbeitsmarkt eingebunden, der einem Typus eines unstrukturierten Arbeitsmarktes nahekommt, während die regulierten Strukturen berufsfachlicher oder gar betriebsinterner Arbeitsmärkte keine Rolle spielen.

Ähnliche Zusammenhänge lassen sich im Hinblick auf die Bedeutung politisch-regulativer Bedingungen für die Innovationsstrategien der LMT-Unternehmen ausmachen (Jacobson/Heanue 2005). Zum einen gaben die Unternehmen aus nahezu allen westeuropäischen Ländern die aus der öffentlichen Standortdebatte bekannten Hinweise auf ausgesprochen nachteilige politische Faktoren wie zu hohe Kosten, insbesondere Arbeitskosten und Steuern, oder eine unflexible und einengende staatliche Bürokratie. Es ist sicherlich nicht zu bestreiten, dass diese Aspekte aufgrund des intensiven Kosten- und Konkurrenzdrucks für sehr viele nicht forschungsintensive Unternehmen besonders gravierend sein können. Zum anderen wird verschiedentlich auf existierende öffentliche Förderung von technologischen Innovationen und die aktive staatliche Unterstützung des Ausbaus oder gar der Neugründung von Fabrikanlagen als innova-

tionsförderliche Bedingungen verwiesen. Freilich sind diese Fördermaßnahmen oft sektorenspezifisch ausgelegt, oder sie zielen auf die Unterstützung von Forschung und Hochtechnologien und richten sich nicht auf die besonderen Belange von Low-Tech-Unternehmen – ein Umstand, der häufig als mangelnde *awareness* innovations- und wirtschaftspolitischer Akteure gegenüber nicht forschungsintensiven Industrien bezeichnet wird. Allenfalls haben solche Maßnahmen indirekt förderliche Effekte für die Innovationsfähigkeit der infrage stehenden Unternehmen, insofern sie generell auf die Verbesserung der technologischen und ökonomischen Bedingungen der industriellen Produktion gerichtet sind.

Ähnliche Zusammenhänge sind auf der Ebene der EU-Technologiepolitik erkennbar. Hier findet sich noch sehr viel ausgeprägter als auf nationaler Ebene ein Fokus auf Forschung und High-Tech. Dies gilt sowohl für die verschiedenen EU-weiten Förderprogramme seit Anfang der achtziger Jahre als auch für ein Programm wie EUREKA (European Research Coordinating Agency), das primär auf die Koordination verschiedener nationaler Unternehmen und Organisationen abstellt. In jedem Fall wird das Ziel verfolgt, FuE-Aktivitäten zu fördern, möglichst weitreichende Basisinnovationen anzustoßen und ihnen zum Durchbruch zu verhelfen. Nicht forschungsintensive Innovationen kommen hier, den vorliegenden Befunden zu Folge, ebenfalls nicht in den Blick.

4.2 Enge Kopplung mit den gegebenen Wirtschafts- und Industriestrukturen

Angesichts der skizzierten Bedeutung der verteilten Wissensbasis für die Innovationsfähigkeit der LMT-Unternehmen ist es hingegen nicht überraschend, dass sich die Vernetzung mit »benachbarten« und »unterstützenden« Unternehmen und Organisationen der verschiedensten Art (Porter 1998), die von Fall zu Fall neue Technologien und Wissen bereitstellen, als sehr relevante Voraussetzung für die Innovationsfähigkeit der LMT-Unternehmen erweist. Dieser Aspekt zeigt sich zum einen im Hinblick auf die in vielen westeuropäischen Ländern ausgeprägte Dichte von Zulieferfirmen. Sie ermöglicht es, je nach Innovations- und Produktionsanforderungen Zulieferer leichter auszutauschen als in weniger industrialisierten Ländern und dadurch die Wertschöpfungskette flexibel und schnell an neue Erfordernisse anzupassen. Zum Zweiten ist dieser Zusammenhang aber auch im Hinblick auf die Beziehungen zu den Entwicklern und Herstellern von Produktionstechnologien von Bedeutung. Dies gilt insbesondere dann, wenn technische Einrichtungen anwendungsspezifisch ausgelegt, zumindest aber in bestimmten Komponenten und Funktionen an die besonderen Anwendererfordernisse angepasst werden müssen. Naturgemäß setzt dies re-

lativ enge und dauerhafte Abstimmungs-, Kommunikations- und Lernprozesse zwischen den beteiligten Partnern voraus. Zum Dritten spielen verschiedentlich Dienstleister mit speziellem Wissen eine wichtige Rolle für die Innovationsaktivitäten der Unternehmen. Zu nennen sind hier beispielsweise Designunternehmen, die Teile der Produktgestaltung übernehmen, Firmen und Institute, die über spezielle Kompetenzen und Einrichtungen für Qualitätstests oder spezielle technische Entwicklungsfragen verfügen sowie Marktforschungsinstitute.

Darüber hinaus erweist sich, dass nicht nur die generelle Einbettung der LMT-Unternehmen in die je gegebenen Industriestrukturen und die gezielte Nutzung des damit verfügbaren komplementären Wissens vielfach für ihre Innovationsfähigkeit unverzichtbar ist, sondern auch ihre Vernetzung mit Unternehmen und Organisationen aus forschungs- und entwicklungsintensiven Sektoren. Insbesondere handelt es sich dabei um die beschriebenen Austauschbeziehungen mit unterstützenden Unternehmen wie mit den Entwicklern und Produzenten komplexer Prozesstechnologien, mit den erwähnten Dienstleistern und auch mit wissenschaftlich orientierten Einrichtungen, die den Low-Tech-Unternehmen teilweise im Kontext enger kooperativer Beziehungen neues Wissen und Technologien zur Verfügung stellen.

Enge Kopplung bedeutet in diesem Fall aber auch, dass in umgekehrter Richtung – von »Low-Tech zu High-Tech« – relevante Innovationsanstöße gegeben werden. Wie Robertson und Patel (2005) verdeutlichen, ergeben sich diese zum einen aus dem schlichten, aber oft übersehenen ökonomischen Umstand, dass die Gewinne aus verkauften neuen Technologien die zentrale Voraussetzung für die Amortisation und die Fortführung von FuE-Investitionen bei den forschungsintensiven Herstellern sind. Bestimmender Faktor hierfür ist die schnelle Diffusion neuer Technologien, die wiederum sehr stark beeinflusst wird von der jeweiligen *dynamic capability* der nicht forschungsintensiven Unternehmen. Zum anderen ergeben sie sich aus der technischen und ökonomischen Spezifizierung von Anwendungserfordernissen dieser Unternehmen für neue Technologien. Diese beeinflussen dann ganz entscheidend Entwicklungsrichtungen neuer Technologien, wenn die Erfordernisse einzelner individueller Anwender denen möglichst vieler weiterer Anwender ähneln und auf diese Weise aus der Sicht der Hersteller ein breites Anwendungsfeld für komplexe Produkte eröffnet wird.⁹ Beispielhaft hierfür sind die Prozesstechnologien der Holzbearbeitung und der Papierherstellung, deren kontinuierliche Weiterentwicklung zwar von einzelnen Anwendern angestoßen wird, diese jedoch zu-

⁹ In historischer Perspektive fasst Rosenberg (1963) diesen Vorgang als »technologische Konvergenz« und sieht darin einen entscheidenden Mechanismus der fortlaufenden industriellen Strukturveränderung.

gleich branchenweite und branchenübergreifende Absatz- und Anwendungsmöglichkeiten erhält und schafft. *Grosso modo* können daher LMT-Unternehmen sowohl als wichtige *recipients* neuer Technologien wie aber auch als *carriers* ihrer Weiterentwicklung angesehen werden und sie sind für die industrielle Innovationsfähigkeit insgesamt ein unverzichtbarer, verschiedene Industriesektoren verbindender Sektor (Tunzelmann/Acha 2005; Robertson/Patel 2005).

4.3 Erosion gewachsener regionaler Bindungen

Diese Kopplung mit den umgebenden Wirtschafts- und Industriestrukturen bedeutet gleichwohl nicht, dass in jedem Fall eine ausgesprochen regionale Einbettung der LMT-Unternehmen für ihre Innovationsfähigkeit von Bedeutung ist. Vielmehr legen die Befunde über die Bedeutung einer regionalen Verankerung der LMT-Unternehmen es nahe¹⁰, die aus der sozialwissenschaftlichen Regional- und Globalisierungsdebatte stammende These von den »paradoxes of territories« (Crouch et al. 2001: 21) aufzugreifen: Einerseits stehen viele der LMT-Unternehmen unter dem Druck, sowohl Lieferanten- und Ausrüsterkooperationen als auch Kundenbeziehungen räumlich auszuweiten, um damit ihre Positionen zu sichern und teilweise auszubauen. Die Konsequenz ist, dass ausgeprägte regionale Industrieagglomerationen wie etwa die bekannten industriellen Distrikte in der Emilia Romagna zu erodieren drohen. Die sich wandelnden Muster räumlicher Nähe weisen immer weniger die dicht vernetzten und abgeschotteten Beziehungsstrukturen und Koordinationsformen eines vergleichsweise geschlossenen regionalen Innovations- und Produktionssystems auf. Den vorliegenden Befunden zu Folge gewinnen vielmehr marktförmige, vertraglich formalisierte und von zunehmender Kostenkonkurrenz geprägte Austauschbeziehungen an Bedeutung, die geographisch immer weiter ausgreifen (Garibaldo/Jacobson 2005).

Andererseits impliziert das *going global* vieler Unternehmen eine wachsende Bedeutung räumlicher und damit verbundener sozialer und kultureller Nähe für die Innovationsfähigkeit der Unternehmen generell, da daraus spezifische Handlungsvorteile gegenüber Konkurrenten resultieren. Zum einen wird insbesondere im Fall der marktorientierten Innovationsstrategie räumliche Nähe bei Lieferantenbeziehungen als wichtig erachtet, da dadurch Logistikprobleme vermieden werden können und störungsfreie und schnelle Lieferbarkeit von Teilen und Komponenten gewährleistet ist. Zum Zweiten spielt dabei in vielen Fällen auch die räumliche Nähe für Kundenbeziehungen eine wichtige Rolle, da

10 Obgleich regional vernetzte Industriestrukturen in den verschiedenen europäischen Ländern deutlich unterschiedliche Muster und Traditionen aufweisen (zum Beispiel Crouch et al. 2001), handelt es sich dabei offenbar um eine generelle Tendenz.

vor allem damit Lieferfähigkeit »über Nacht« gewährleistet werden kann. Zum Dritten spielt bei einer ganzen Reihe von Unternehmen, die eine Strategie der Prozessspezialisierung verfolgen, die Nähe zu Herstellern von Produktionstechnologien aufgrund der damit verbundenen wechselseitigen Kenntnis und Kommunikationsbasis eine vorteilhafte Rolle.

5 Resümee: LMT-Innovationsmodus

Der skizzierte wechselseitige Zusammenhang zwischen manageriellen, organisationalen und institutionellen Strukturbedingungen und den je konkreten Innovationsstrategien kann als spezifischer LMT-Innovationsmodus resümiert werden. Vorherrschend ist ein innerbetriebliches praktisches Wissen im Kontext einer verteilten Wissensbasis, die in hohem Maße manageriell begründete Fähigkeit, diese zu nutzen und auszubauen, sowie eine zumeist relativ lockere Kopplung der Unternehmen mit gesellschaftlich-institutionellen Bedingungen. Der Vernetzung mit forschungsintensiven Branchen kommt allerdings in vielen Fällen eine vergleichsweise bedeutende Rolle für den Erhalt und den Ausbau der Innovationsfähigkeit dieser Unternehmen zu. Als besonderes Merkmal ist zudem das Phänomen der architekturellen Innovation einzustufen. Gemeint ist damit nicht nur die Fähigkeit der Kombination und Rekombination verfügbarer Technologiekomponenten, sondern auch jene, verteiltes Wissen aufzugreifen, zu adaptieren und zu neuartigen Problemlösungen zu nutzen. Offensichtlich sind dadurch ganz erhebliche Wettbewerbsvorteile von solchen Unternehmen unter den Bedingungen einer sich intensivierenden globalen Konkurrenz zu erzielen. Damit werden Innovationsstrategien möglich, mit denen eingespielte Wege einer nur schrittweisen Produktverbesserung zugunsten eines schnellen Produktwechsels verlassen werden können.

Die Konturen eines LMT-Innovationsmodus lassen sich darüber hinaus noch ein Stück weit in einer vergleichenden Perspektive schärfen, die in dem Ansatz der institutionalistischen Innovationsanalyse angelegt ist. Einen Anknüpfungspunkt hierfür bietet die Diskussion über die Produktionsmodelle und die technologischen Spezialisierungspfade verschiedener Länder und Ländergruppen, die im weiteren Kontext der bekannten Debatte über die verschiedenen »Spielarten des Kapitalismus« stehen (zum Beispiel Caspar et al. 1999; Hollingsworth 2000; Hall/Soskice 2001). Dieser Debatte zufolge weisen die Kernländer der EU und insbesondere Deutschland ein technologisches Spezialisierungsmuster auf, das sich durch die Entwicklung komplexer Produkt- und Prozesstechnologien, durch relativ moderate langfristig orientierte Innovationsstrategien, durch dau-

erhafte Kundenbeziehungen und vor allem durch eine ausgeprägte Orientierung auf Weltmarktnischen für anspruchsvolle und spezialisierte Produkt- und Prozesstechnologien auszeichnet.¹¹ Typische Branchen sind die Automobilindustrie, die Investitionsgüterindustrie, die elektrotechnische und die chemische Industrie – zumeist also Branchen, die größtenteils eine überdurchschnittliche FuE-Intensität aufweisen und den obigen OECD-Kategorien folgend als High-Tech oder Medium-High-Tech bezeichnet werden können. Als gesellschaftliche Bedingung für dieses technologische Spezialisierungsmuster gilt insbesondere die ausgeprägte Kopplung von Unternehmensstrategien mit einem dichten gesellschaftlichen Institutionensystem, das pfadabhängige und langfristig orientierte Innovationen fördert. Für Deutschland werden hier hervorgehoben (Hollingsworth 2000: 626–632):

- das System der beruflichen Bildung mit den vorherrschenden berufsfachlichen und internen Arbeitsmarktstrukturen;
- ein auf großbetriebliche Kernbelegschaften und qualifizierte Produktionsarbeit ausgerichtetes System der industriellen Beziehungen;
- ein in großen Teilen von anwendungsorientierten Ingenieurwissenschaften dominiertes Wissenschaftssystem;
- spezifische Strukturen der Corporate Governance, die mit der dominierenden Fremdfinanzierung langfristig orientierte Investitions- und Innovationsstrategien ermöglichen;
- eine auf diese Kernsektoren ausgerichtete staatliche Wirtschafts- und Technologiepolitik her.

Der LMT-Sektor unterscheidet sich von diesem, auch als »diversifizierte Qualitätsproduktion« (DQP; Streeck 1997) bezeichneten Produktions- und Innovationssektor doch deutlich. Zu verweisen ist hier vor allem auf seine fehlenden FuE-Kapazitäten und seine spezifische Wissensbasis sowie auf die wenig strukturierten Innovationsprozesse und vor allem die nur lockere institutionelle Einbindung. Zudem sind sie mit den institutionellen Regelungen der diversifizierten Qualitätsproduktion nicht sonderlich kompatibel. Besonders greifbar wird dies daran, dass die Innovationsleistung der LMT-Unternehmen häufig auf einer hohen betrieblichen Reaktionsfähigkeit gegenüber Marktanforderungen und insbesondere auf flexibel einsetzbarem angelerntem Personal beruht. Diese Anforderungen geraten relativ schnell mit eingespielten Regulationsbedingungen in Konflikt, etwa den standardisierten arbeitspolitischen Normen und den regle-

11 Diese Thesen über die unterschiedlichen Spezialisierungsmuster verschiedener Länder und Ländergruppen finden ihre Bestätigung insbesondere auch in neueren Analysen der Patentstrukturen verschiedener Länder (BMBF 2005: 20–26).

mentierten betriebsinternen und berufsorientierten Arbeitsmarktstrukturen. Allerdings ist die Innovationsfähigkeit beider Sektoren, LMT und DQP, zugleich wechselseitig aufeinander bezogen: einerseits fungieren LMT-Unternehmen als unter Umständen wichtige Zulieferer für komplexe Produkte, andererseits sind sie, wie gezeigt, als Anwender dieser Produkte unverzichtbar für ihre Entwicklung und Weiterentwicklung.

Insgesamt gesehen legen diese Überlegungen ein neues Verständnis der Rolle von High-Tech-Innovationen im Prozess des Strukturwandels entwickelter Gesellschaften nahe. Es sollte deutlich geworden sein, dass die Debatte über die aufkommende Wissensgesellschaft mit ihrem besonderen Fokus auf FuE und High-Tech als Triebkräfte der sozioökonomischen Entwicklung relevante Bedingungen und Zusammenhänge vorschnell ausblendet. Den strukturellen Wandel kennzeichnen keinesfalls eine weitgehende Abkehr von traditionellen Industrien mit alten Technologien und eine wachsende Dominanz solcher Industrien mit komplexen Technologien und Spitzentechnologien. Vielmehr existieren ausgeprägte Komplementaritäten. Entsprechend schließt der Wandel zu einem nicht unwesentlichen Teil LMT-Industrien ein und basiert vor allem auf der vermutlich intensiver werdenden Vernetzung zwischen LMT- und High-Tech-Sektoren. LMT-Unternehmen sind also nicht nur Betroffene technischer Innovationen, sondern sie können diese auch marktgerecht vorantreiben. Verknüpft man diese Befunde mit neueren Ergebnissen der Forschung über die Internationalisierung von Unternehmen und den Wandel der internationalen Arbeitsteilung, so spricht vieles für widersprüchliche Entwicklungstendenzen. Einerseits drängen wachsender Innovations-, Konkurrenz- und Kostendruck zu einer Ausdifferenzierung von Unternehmensfunktionen, einer fortschreitenden Fragmentierung bestehender Innovations- und Produktionssektoren und ihrer Herauslösung aus bestehenden regionalen und gesellschaftlichen Bindungen. Die Konsequenz ist ein Trend zu länderübergreifenden Produktions- und Innovationsketten. In ihnen müssen sich Unternehmen unterschiedlichster Herkunft kontinuierlich neu positionieren und ihre Austauschprozesse an neu entstehende transnationale Koordinationsformen anpassen (zum Beispiel Faust et al. 2004). Andererseits ist davon auszugehen, dass in vielen Fällen die Grenzen zwischen zuvor voneinander separierten Sektoren zunehmend verschwimmen. Eine weitgehende Wissens- und Technologieintegration wird vermutlich für viele Unternehmen und zwischen vielen industriellen Bereichen überlebensnotwendig. Zudem spielen räumliche und soziale Nähe eine wachsende Rolle für die industrielle Innovationsfähigkeit. Clusterbildung wird zur Voraussetzung internationaler Konkurrenzfähigkeit. All dies sind Entwicklungstendenzen, auf die seit Längerem mit Nachdruck nicht nur die Unternehmensforschung (zum Beispiel Porter 1998), sondern auch die Wissenschafts- und Technologieforschung ver-

weisen (zum Beispiel Gibbons et al. 1994). Diese Tendenzen treffen fraglos für den LMT-Sektor, vor allem aber auch für den Sektor der DQP zu. Die offene Frage ist jedoch, in welcher Weise sich dabei »Low-Tech« und »High-Tech« neu verknüpfen und ob sich dabei stabile Industriestrukturen herausbilden.

Literatur

- Bender, Gerd/David Jacobson/Paul L. Robertson (Hrsg.), 2005: *Non-Research-Intensive Industries in the Knowledge Economy*. Perspectives on Economic Political and Social Integration Vol. XI, No 1–2, Special Edition. Lublin: University of Lublin.
- Bender, Gerd/Staffan Laestadius, 2005: Non-science Based Innovativeness: On Capabilities Relevant to Generate Profitable Novelty. In: Gerd Bender/David Jacobson/Paul L. Robertson (Hrsg.), 2005: *Non-Research-Intensive Industries in the Knowledge Economy*. Perspectives on Economic Political and Social Integration Vol. XI, No 1–2, Special Edition. Lublin: University of Lublin, 123–170.
- BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (Hrsg.), 2005: *Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands*. Bonn/Berlin: BMBF.
- Bruun, Henrik/Janne Hukkinen, 2003: Crossing Boundaries: An Integrative Framework for Studying Technological Change. In: *Social Studies of Science* 33(1), 95–116.
- Carlsson, Bo, 2004: *Innovation Systems: A Survey of the Literature from a Schumpeterian Perspective*. Konferenzbeitrag, International J.A. Schumpeter Society Conference, Mailand, 9.–12. Juni 2004.
- Caspar, Steven/Mark Lehrer/David Soskice, 1999: Can High-technology Industries Prosper in Germany? Institutional Frameworks and the Evolution of the German Software and Biotechnology Industries. In: *Industry and Innovation* 6, 5–24.
- Cohen, Wesley M./Daniel A. Levinthal, 1990: Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. In: *Administrative Science Quarterly* 35, 128–152.
- Dosi, Giovanni/Richard R. Nelson/Sidney G. Winter, 2000: Introduction: The Nature and Dynamics of Organizational Capabilities. In: Giovanni Dosi/Richard R. Nelson/Sidney G. Winter (Hrsg.), *The Nature and Dynamics of Organizational Capabilities*. Oxford: Oxford University Press, 1–22.
- Edquist, Charles, 2005: Systems of Innovation. In: Jan Fagerberg/David Mowery/Richard R. Nelson (Hrsg.), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press, 181–208.
- Fagerberg, Jan 2005: Innovation: A Guide to the Literature. In: Jan Fagerberg/David Mowery/Richard R. Nelson (Hrsg.), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press, 1–27.
- Faust, Michael/Ulrich Voskamp/Volker Wittke, 2004: Globalization and the Future of National Systems: Exploring Patterns of Industrial Reorganization and Relocation in an Enlarged Europe. In: Michael Faust/Ulrich Voskamp/Volker Wittke (Hrsg.), *European Industrial Restructuring in a Global Economy: Fragmentation and Relocation of value Chains*. Göttingen: SOFI, 19–84.

- Gibbons, Michael, et al., 1994: *The New Production of Knowledge. The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*. London: Sage.
- Godin, Benoit, 2004: The Obsession for Competitiveness and its Impact on Statistics: The Construction of High-technology Indicators. In: *Research Policy* 33, 1217–1229.
- Hall, Peter A./David Soskice, 2001: An Introduction to Varieties of Capitalism. In: Peter A. Hall/David Soskice (Hrsg.), *Varieties of Capitalisms: The Institutional Foundations of Comparative Advantage*. Oxford: Oxford University Press, 1–70.
- Hatzichronoglou, Thomas, 1997: Revision of the High-technology Sector and Product Classification. In: *STI Working Paper 2*. Paris: OECD.
- Henderson, Rebecca M./Kim B. Clark, 1990: Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms. In: *Administrative Science Quarterly* 35, 9–30.
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut, et al., 2005: Low and Medium Technology Industries in the Knowledge Economy: The Analytical Issues. In: Hartmut Hirsch-Kreinsen/David Jacobson/Staffan Laestadius (Hrsg.), *Low-tech Innovation in the Knowledge Economy*. Frankfurt a.M.: Peter Lang, 11–30.
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut/David Jacobson/Paul L. Robertson, 2006: Low-Tech Industries: Innovativeness and Development Perspectives – A Summary of a European Research Project. In: *Prometheus* 24(1), 3–21.
- Hollingsworth, Rogers J., 2000: Doing Institutional Analysis: Implications for the Study of Innovations. In: *Review of International Political Economy* 7, 595–644.
- Jürgens, Ulrich/Thomas Sablowski, 2005: Die Vielfalt sektoraler Innovationsprozesse – Pharmaindustrie, Telekommunikation, Autoindustrie. In: *WSI-Mitteilungen* 58, 121–129.
- Kaloudis, Aris/Tore Sandven/Keith Smith, 2005: Structural Change, Growth and Innovation: The Roles of Medium and Low-tech Industries 1980–2000. In: Gerd Bender/David Jacobson/Paul L. Robertson (Hrsg.), 2005: *Non-Research-Intensive Industries in the Knowledge Economy*. Perspectives on Economic Political and Social Integration Vol. XI, No 1–2, Special Edition. Lublin: University of Lublin, 49–74.
- Laestadius, Staffan, 2005: Innovation – On the Development of a Concept and its Relevance in the Knowledge Economy. In: Hartmut Hirsch-Kreinsen/David Jacobson/Staffan Laestadius (Hrsg.), *Low-tech Innovation in the Knowledge Economy*. Frankfurt a.M.: Peter Lang, 99–122.
- Malerba, Franco, 2005: Sectoral Systems. In: Jan Fagerberg/David Mowery/Richard R. Nelson (Hrsg.), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press, 380–406.
- Nonaka, Ikujiro/Hirotaka Takeuchi, 1997: *Die Organisation des Wissens*. Frankfurt a.M.: Campus.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development), 1997: *OECD Oslo Manual*. Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data. 2. Auflage. Paris: OECD.
- , 2002: *OECD Frascati Manual: Proposed Standard for Surveys on Research and Experimental Development*. Sixth revision. Paris: OECD.
<www1.oecd.org/publications/e-book/9202081E.pdf>
- Porter, Michael E., 1998: *On Competition*. Boston: Harvard Business School Press.
- Robertson, Paul L./Parimal R. Patel, 2005: New Wine in Old Bottles – Technological Diffusion in Developed Economies. In: Gerd Bender/David Jacobson/Paul L. Robertson (Hrsg.), *Non-Research-Intensive Industries in the Knowledge Economy*. Perspectives on Economic

- Political and Social Integration Vol. XI, No 1–2, Special Edition. Lublin: University of Lublin, 271–304.
- Rosenberg, Nathan, 1963: Technological Change in the Machine Tool Industry, 1840–1910. In: *Journal of Economic History* 23, 414–446.
- Smith, Keith, 2003: *What is the Knowledge Economy? Knowledge-intensive Industries and Distributed Knowledge Bases*. Konferenzbeitrag. PILOT Workshop on Concepts, Theory, Taxonomies and Data. Department of Industrial Economics and Management. Royal Institute of Technology in Stockholm, 26.–27. September 2003.
- , 2005: Measuring Innovation. In: Jan Fagerberg/David Mowery/Richard R. Nelson (Hrsg.), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press, 148–177.
- Streeck, Wolfgang, 1997: German Capitalism: Does it Exist? Can it Survive? In: Colin Crouch/Wolfgang Streeck (Hrsg.), *Political Economy of Modern Capitalism*. London: Sage, 33–54.
- Tunzelmann von, Nick/Virginia Acha, 2005: Innovation in »Low-Tech« Industries. In: Jan Fagerberg/David Mowery/Richard R. Nelson (Hrsg.), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press, 407–432.
- Werle, Raymund, 2003: *Institutionalistische Technikanalyse: Stand und Perspektiven*. MPIfG Discussion Paper 03/8. Köln: Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung.

Autorinnen und Autoren

Dierk Bauknecht

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Öko-Institut, d.bauknecht@oeko.de.

Arbeitsgebiete: Netzregulierung, nachhaltige Transformation der Stromversorgung, dezentrale Stromerzeugung.

Ausgewählte Publikationen: Reflexive Governance for Sustainable Development (hrsg. mit Jan-Peter Voß und René Kemp), Cheltenham: Edward Elgar 2006; Distributed Generation and the Regulation of Electricity Networks (mit Gert Brunekreeft), in: Fereidoon P. Sioshansi (Hrsg.), Competitive Electricity Markets: Design, Implementation & Performance, im Erscheinen.

Gerd Bender

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Arbeitswissenschaften an der Ruhr-Universität Bochum und Privatdozent an der Universität Dortmund, gerd.bender@udo.edu.

Arbeitsgebiete: Technologieentwicklungs- und Innovationsforschung; Arbeitsbeziehungen und Arbeitsbewertung.

Ausgewählte Publikationen: Technologieentwicklung als Institutionalisierungsprozess: Zur Entstehung einer soziotechnischen Welt, Berlin: edition sigma 2006; Technologieentwicklung als Institutionalisierungsprozess, in: Zeitschrift für Soziologie 34(3), 170–187; Non-Research-Intensive Industries in the Knowledge Economy, in: Journal for Perspectives on Economic, Political and Social Integration, Special Edition, Volume XI/2005, No1–2, Lublin/PL: Katholische Universität (hrsg. mit David Jacobson und Paul Robertson).

Stephan Cramer

Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachgebiet Techniksoziologie, Universität Dortmund, stephan.cramer@uni-dortmund.de.

Arbeitsgebiete: Steuerung komplexer Systeme, maritime Logistik, Technikgeschichte.

Ausgewählte Publikationen: Riskanter Segeln: Innovative Sicherheitssysteme im 19. Jahrhundert und ihre unbeabsichtigten Folgen am Beispiel der nordwest-deutschen Segelschifffahrt, Deutsches Schifffahrtsmuseum, Bremerhaven 2007; Der

Mensch in der Logistik: Planer, Operateur und Problemlöser (mit Doris Blutner und Tobias Haertel), Technical Report 06004, Sonderforschungsbereich 559, Modellierung großer Netze in der Logistik, Teilprojekt M14, Dortmund, April 2006; Assistenzsysteme für die Entscheidungsunterstützung (mit Doris Blutner et al.), Technical Report 06009, Sonderforschungsbereich 559, Modellierung großer Netze in der Logistik, Dortmund, Februar 2007.

Ulrich Dolata

Privatdozent, Senior Scientist und stellvertretender Sprecher des artec – Forschungszentrum Nachhaltigkeit an der Universität Bremen, Research Affiliate am Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung in Köln, dolata@artec.uni-bremen.de.

Arbeitsgebiete: Sozialwissenschaftliche Technik- und Innovationsforschung, politische Ökonomie des Internet und der Gentechnik, Technologie- und Innovationspolitik.

Ausgewählte Publikationen: Technik und sektoraler Wandel: Technologische Eingriffstiefe, sektorale Adaptionsfähigkeit und soziotechnische Transformationsmuster, MPIfG Discussion Paper 07/3, Köln: Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung 2007; Technologie- und Innovationspolitik im globalen Wettbewerb: Veränderte Rahmenbedingungen, institutionelle Transformationen und politische Gestaltungsmöglichkeiten, in: Zeitschrift für Politikwissenschaft 2/2006, 427–455; Eine Internetökonomie?, in: WSI-Mitteilungen 1/2005, 11–17; Unternehmen Technik: Akteure, Interaktionsmuster und strukturelle Kontexte der Technikentwicklung: Ein Theorierahmen, Berlin: edition sigma 2003.

Jürgen Feick

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung, feick@mpifg.de.

Arbeitsgebiete: Vergleichende Policyforschung, Regulative Politik, Europäische Regulierung, Moderne IKT und politisches System.

Ausgewählte Publikationen: L'Analyse Comparative des Politiques Publiques: Un Chemin vers l'Intégration des Résultats?, in: L'Année sociologique 40, 1990, 179–225; Verfahrensvielfalt und Interessenheterogenität in der europäischen Arzneimittelzulassung, in: Rainer Eising und Beate Kohler-Koch (Hrsg.), Interessenpolitik in Europa, Baden-Baden: Nomos 2005, 153–178; Learning and Interest Accommodation in Policy and Institutional Change: EC Risk Regulation in the Pharmaceuticals Sector, ESRC Centre for Analysis of Risk and Regulation, Discussion Paper 25, London School of Economics and Political Science 2005.

Hans Geser

Ordinarius für Soziologie an der Universität Zürich, Soziologisches Institut, geser@soziologie.unizh.ch.

Arbeitsgebiete: Kommunal- und Parteiensoziologie, Wandel der Arbeitswelt, Soziologie der Neuen Kommunikationsmedien.

Ausgewählte Publikationen: Computers and Computer Networks as Catalysts of Intraorganizational Decentralization, Zürich: Universität Zürich, Institut für Soziologie 2006, <http://socio.ch/intcom/t_hgeser14.htm>; Die Gemeinden in der Schweiz, in: Ulrich Klöti et. al. (Hrsg.), Handbuch der Schweizer Politik, Zürich: NZZ Verlag, 1999, 421–468; Local Parties in Political and Organizational Perspective (hrsg. mit Martin Saiz), Boulder, CO: Westview 1999.

Armin Grunwald

Leiter des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) im Forschungszentrum Karlsruhe und Leiter des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB), Professor für Technikphilosophie an der Universität Karlsruhe (TH), grunwald@itas.fzk.de.

Arbeitsgebiete: Theorie der Technikfolgenabschätzung sowie konzeptionelle und methodische Fragen, Ethik der Technik und Langzeitverantwortung, insbesondere zur Nanotechnologie, Epistemologie des Zukunftswissens.

Ausgewählte Publikationen: Technik als Reflexionsbegriff: Überlegungen zur semantischen Struktur des Redens über Technik (mit Yannick Julliard), in: *Philosophia naturalis* 42(1), 2005, 127–157; Scientific Independence as a Constitutive Part of Parliamentary Technology Assessment, in: *Science and Public Policy* 33(2), 2006, 103–113; Nachhaltigkeit (mit Jürgen Kopfmüller), Frankfurt a.M.: Campus, 2006; Erkennen und Gestalten: Eine Theorie der Technikwissenschaften (hrsg. mit Gerhard Banse, Wolfgang König und Günter Ropohl), Berlin: edition sigma 2006.

Heidmarie Hanekop

Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Soziologischen Forschungsinstitut an der Universität Göttingen (SOFI), heidi.hanekop@sofi.uni-goettingen.de.

Arbeitsgebiete: Technik- und Innovationssoziologie, Internetforschung.

Ausgewählte Publikationen: Das wissenschaftliche Journal und seine möglichen Alternativen: Veränderungen der Wissenschaftskommunikation durch das Internet (mit Volker Wittke), in: Svenja Hagenhoff (Hrsg.), *Internetökonomie in der Medienbranche*, Göttingen: Universitätsverlag Göttingen 2006, 201–233; Der Kunde im Internet (mit Volker Wittke), in: Heike Jacobsen und Stephan Voswinkel (Hrsg.), *Der Kunde in der Dienstleistungsbeziehung*, Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften 2005, 193–217.

Hartmut Hirsch-Kreinsen

Professor an der Universität Dortmund, Lehrstuhl Wirtschafts- und Industrie-soziologie, h.hirsch-kreinsen@wiso.uni-dortmund.de.

Arbeitsgebiete: wirtschaftlicher Strukturwandel und Entwicklungstendenzen von Arbeit, Unternehmensstrategien und Unternehmensnetzwerke sowie Fragen von Innovation und Technologieentwicklung.

Ausgewählte Publikationen: Unternehmensnetzwerke – revisited, in: Zeitschrift für Soziologie 31(2), 2002, 106–124; Wirtschafts- und Industrie-soziologie, Weinheim: Juventa 2005; »Low-Tech« Industries: Innovativeness and Development Perspectives – A Summary of a European Research Project (mit David Jacobson und Paul L. Robertson), in: Prometheus 24(1), 2006, 3–21.

Martin Lodge

Lecturer in Political Science und Public Policy im Government Department und Research Theme Director im ESRC Centre for Analysis of Risk and Regulation an der London School of Economics, m.lodge@lse.ac.uk.

Arbeitsgebiete: vergleichende Analyse von Regulierung (insbesondere von Netzwerken) und Bürokratie.

Ausgewählte Publikationen: The Politics of Public Service Bargains (mit Christopher Hood), Oxford: Oxford University Press 2006; Regulatory Innovation (hrsg. mit Julia Black und Mark Thatcher), Cheltenham: Edward Elgar 2005 (zweite Auflage 2006).

Boy Lüthje

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Sozialforschung und Privatdozent am Fachbereich Gesellschaftswissenschaften der Universität Frankfurt a.M., luethje@soz.uni-frankfurt.de.

Arbeitsgebiete: politische Ökonomie von Produktion und Innovation, internationale Arbeitsteilung und industrielle Beziehungen mit Schwerpunkt auf USA und China.

Ausgewählte Publikationen: Standort Silicon Valley: Ökonomie und Politik der vernetzten Massenproduktion, Frankfurt a.M.: Campus 2001; Contract Manufacturing. Transnationale Produktion und Industriearbeit in der IT-Branche (mit Wilhelm Schumm und Martina Sproll), Frankfurt a.M.: Campus 2002; Vom Silicon Valley nach Shenzhen: Globale Produktion und Arbeitsteilung in der IT-Industrie (mit Stefanie Hürtgen, Wilhelm Schumm und Martina Sproll), Frankfurt a.M.: Campus 2007.

Arie Rip

Professor emeritus für Wissenschafts- und Technikphilosophie, Universität Twente, a.rip@utwente.nl.

Arbeitsgebiete: Comparative Science Policy Studies and the Challenge of Changes in Knowledge Production, Technology Dynamics and Constructive Technology Assessment.

Ausgewählte Publikationen: Identifying Loci for Influencing the Dynamics of Technological Development (mit Johan W. Schot), in: Knut Sørensen und Robin Williams (Hrsg.), *Shaping Technology, Guiding Policy: Concepts, Spaces and Tools*, Cheltenham: Edward Elgar 2002, 158–176; *Science for the 21st Century*, in: Peter Tindemans, Alexander Verrijn-Stuart und Rob Visser (Hrsg.), *The Future of the Sciences and Humanities: Four Analytical Essays and a Critical Debate on the Future of Scholastic Endeavour*, Amsterdam: Amsterdam University Press 2002, 99–148; *A Co-evolutionary Approach to Reflexive Governance – and Its Ironies*, in: Jan-Peter Voß, Dierk Bauknecht und René Kemp (Hrsg.), *Reflexive Governance for Sustainable Development: Incorporating Unintended Feedback in Societal Problem-solving*, Cheltenham: Edward Elgar 2006, 82–100.

Harald Robracher

Leiter des Interuniversitären Forschungszentrums für Technik, Arbeit und Kultur (IFZ) in Graz sowie Assistenzprofessor am Institut für Technik- und Wissenschaftsforschung der Alpen-Adria-Universität Klagenfurt, rohracher@ifz.tugraz.at.

Arbeitsgebiete: Sozialwissenschaftliche Technik- und Innovationsforschung; Transformation von Energiesystemen, Rolle von End-Nutzerinnen und -nutzern in Innovationsprozessen.

Ausgewählte Publikationen: *The Mutual Shaping of Design and Use: Innovations for Sustainable Buildings as a Process of Social Learning*, München: Profil 2006; *Innovation und Diffusion von Umwelttechnologien: Das Potential technikoziologischer Beiträge zu Technologieprogrammen*, in: Eva Buchinger und Ulrike Felt (Hrsg.), *Technik- und Wissenschaftssoziologie in Österreich: Stand und Perspektiven*, *Österreichische Zeitschrift für Soziologie*, Sonderheft 8/2006, 29–49; *Users as a Source of Learning in Environmental Technology Management*, in: Dora Marinova, David Annandale und John Phillimore (Hrsg.), *The Handbook on Environmental Technology Management*, Cheltenham: Edward Elgar 2006, 49–66.

Jan-Peter Voß

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Öko-Institut und Associate Research Fellow am Institute for Governance Studies, University of Twente, j.voss@oeko.de.

Arbeitsgebiete: Entstehung und Wandel von Governance-Formen, politische Gestaltung soziotechnischen Wandels, Energie- und Umweltpolitik, transdisziplinäre Forschung.

Ausgewählte Publikationen: Policy Instruments as Innovation in Governance: The Case of Emissions Trading. Manuscript submitted to Science and Public Policy (2007); Reflexive Governance for Sustainable Development (hrsg. mit Dierk Bauknecht und René Kemp), Cheltenham: Edward Elgar 2006; Nachhaltigkeitsforschung – jenseits von Disziplinierung und »anything goes« (mit Benjamin Nöling und Doris Hayn), in: GAIA 13(4), 2004, 272–279.

Raymund Werle

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung, Koordinator des Projektbereichs »Wissenschaft, Technik und Innovationssysteme«, werle@mpifg.de.

Arbeitsgebiete: Interaktion institutioneller und technischer Innovationen; Technische Innovationen und der Markt für geistiges Eigentum; institutionelle Aspekte technischer Standardisierung.

Ausgewählte Publikationen: Institutionelle Analyse technischer Innovation, in: Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie 57(2), 2005, 308–332; Promoting Legitimacy in Technical Standardization (mit Eric J. Iversen), in: Science, Technology & Innovation Studies 2(1), 2006, 19–39 (open access online journal); Der Schutz geistigen Eigentums in der Medien- und Softwareindustrie im Interessen- und Wertkonflikt, in: Martin Woesler (Hrsg.), Ethik der Informationsgesellschaft, Bochum: Europäischer Universitätsverlag 2005, 73–104.

Johannes Weyer

Professor für Techniksoziologie an der Universität Dortmund, johannes.weyer@uni-dortmund.de.

Arbeitsgebiete: Techniksoziologie, Technologiepolitik, Innovationsmanagement in hochautomatisierten Verkehrssystemen.

Ausgewählte Publikationen: Modes of Governance of Hybrid Systems: The Mid-Air Collision at Ueberlingen and the Impact of Smart Technology, in: STI-Studies 2/2006: 127–149; Staatliche Förderung von Großtechnikprojekten. Ein dysfunktionaler Anachronismus im Zeitalter der Globalisierung?, in: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis 14(1), 2005, 18–25; Soziale Netzwerke: Konzepte und Methoden der sozialwissenschaftlichen Netzwerkforschung (Hrsg.), München: Oldenbourg 2000.

Volker Wittke

Professor für Soziologie an der Universität Göttingen und Direktor des Soziologischen Forschungsinstituts Göttingen (SOFI),

volker.wittke@sofi.uni-goettingen.de.

Arbeitsgebiete: Industrie-, Wirtschafts- und Innovationssoziologie.

Ausgewählte Publikationen: Weder Chandler noch Wintelismus: Zu neuen Formen industrieller Governance, in: Eckart Hildebrandt et al. (Hrsg.), Arbeitspolitik im Wandel – Entwicklung und Perspektiven der Arbeitspolitik, Berlin: edition sigma 2007, 153–164; Globalization and the Future of National Systems: Exploring Patterns of Industrial Reorganization and Relocation in an Enlarged Europe (mit Michael Faust und Ulrich Voskamp), in: Michael Faust, Ulrich Voskamp und Volker Wittke (Hrsg.), European Industrial Restructuring in a Global Economy, Göttingen: SOFI 2004, 19–81.

Susanne Lütz

**Steuerung industrieller
Forschungsk Kooperation**

Funktionsweise und Erfolgs-
bedingungen des staatlichen Förder-
instrumentes Verbundforschung
1993. 251 Seiten

Uwe Schimank, Andreas Stucke (Eds.)

Coping with Trouble

How Science Reacts to Political Distur-
bances of Research Conditions
1994. 401 Seiten
(copublished with St. Martin's Press)

Edgar Grande, Jürgen Häusler

**Industrieforschung und
Forschungspolitik**

Staatliche Steuerungspotentiale
in der Informationstechnik
1994. 566 Seiten

Philip Manow

**Gesundheitspolitik im
Einigungsprozeß**

1994. 195 Seiten

Katrin Behaghel

**Kostendämpfung und ärztliche
Interessenvertretung**

Ein Verbandssystem unter Streß
1994. 326 Seiten

Renate Mayntz (unter Mitarbeit
von Hans-Georg Wolf)

**Deutsche Forschung im
Einigungsprozeß**

Die Transformation der Akademie
der Wissenschaften der DDR
1989 bis 1992
1994. 301 Seiten

Renate Mayntz (Hg.)

Aufbruch und Reform von oben

Ostdeutsche Universitäten im
Transformationsprozeß
1994. 312 Seiten

Frank Thomas

Telefonieren in Deutschland

Organisatorische, technische und
räumliche Entwicklung eines
großtechnischen Systems
1995. 415 Seiten

Uwe Schimank

**Hochschulforschung im Schatten
der Lehre**

1995. 357 Seiten

Philipp Genschel

**Standards in der
Informationstechnik**

Institutioneller Wandel in der inter-
nationalen Standardisierung
1995. 237 Seiten

Renate Mayntz, Fritz W. Scharpf (Hg.)

**Gesellschaftliche Selbstregulung
und politische Steuerung**

1995. 368 Seiten

Helmut Voelzkow

**Private Regierungen in der
Techniksteuerung**

Eine sozialwissenschaftliche Analyse
der technischen Normung
1996. 380 Seiten

Jochen Gläser, Werner Meske

**Anwendungsorientierung von
Grundlagenforschung?***

Erfahrungen der Akademie der
Wissenschaften der DDR
1996. 424 Seiten

Gerhard Krauss

Forschung im unitarischen Staat

Abhängigkeit und Autonomie der
staatlich finanzierten Forschung
in Frankreich
1996. 239 Seiten

Hans-Georg Wolf

Organisationsschicksale im deutschen Vereinigungsprozeß*

Die Entwicklungswege der Institute der Akademie der Wissenschaften der DDR
1996. 375 Seiten

Dietmar Braun

Die politische Steuerung der Wissenschaft

Ein Beitrag zum »kooperativen Staat«
1997. 450 Seiten

Renate Mayntz

Soziale Dynamik und politische Steuerung*

Theoretische und methodologische Überlegungen
1997. 342 Seiten

Marian Döhler

Die Regulierung von Professionsgrenzen*

Struktur und Entwicklungsdynamik von Gesundheitsberufen im internationalen Vergleich
1997. 248 Seiten

Jürgen Wasem

Vom staatlichen zum kassenärztlichen System*

Eine Untersuchung des Transformationsprozesses der ambulanten ärztlichen Versorgung in Ostdeutschland
1997. 333 Seiten

Roland Czada, Gerhard Lehbruch (Hg.)

Transformationspfade in Ostdeutschland

Beiträge zur sektoralen Vereinigungspolitik
1998. 421 Seiten

Jelle Visser, Anton Hemerijck

Ein holländisches Wunder?*

Reform des Sozialstaates und Beschäftigungswachstum in den Niederlanden
1998. 272 Seiten

Susanne K. Schmidt

Liberalisierung in Europa*

Die Rolle der Europäischen Kommission
1998. 403 Seiten

Tobias Robischon

Telekommunikationspolitik im deutschen Einigungsprozeß

Steuerung und Eigendynamik sektoraler Transformation
1998. 254 Seiten

Hans-Willy Hohn

Kognitive Strukturen und Steuerungsprobleme der Forschung

Kernphysik und Informatik im Vergleich
1998. 354 Seiten

Wolfgang Streeck (Hg.)

Internationale Wirtschaft, nationale Demokratie

Herausforderungen für die Demokratietheorie
1998. 209 Seiten

Reiner Grundmann

Transnationale Umweltpolitik zum Schutz der Ozonschicht*

USA und Deutschland im Vergleich
1999. 402 Seiten

Fritz W. Scharpf

Regieren in Europa*

Effektiv und demokratisch?
1999. 201 Seiten

Jens Altemeier

Föderale Finanzbeziehungen unter Anpassungsdruck*

Die Regelung vereinigungsbedingter Verteilungskonflikte in der Verhandlungsdemokratie
1999. 279 Seiten

Raymund Werle, Uwe Schimank (Hg.)

Gesellschaftliche Komplexität und kollektive Handlungsfähigkeit*

2000. 319 Seiten

Werner Eichhorst

Europäische Sozialpolitik zwischen nationaler Autonomie und Marktfreiheit*

Die Entsendung von Arbeitnehmern in der EU
2000. 333 Seiten

Volker Schneider

Durchbrochene Gleichgewichte

Institutionelle Evolution in der Telekommunikation 1800 bis 2000
2001. 344 Seiten

Renate Mayntz (Hg.)

Akteure – Mechanismen – Modelle

Zur Theoriefähigkeit makro-sozialer Analysen
2002. 236 Seiten

Susanne Lütz

Der Staat und die Globalisierung von Finanzmärkten

Regulative Politik in Deutschland, Großbritannien und den USA
2002. 354 Seiten

Philipp Genschel

Steuerwettbewerb und Steuerharmonisierung in der Europäischen Union

2002. 313 Seiten

Renate Mayntz, Wolfgang Streeck (Hg.)

Die Reformierbarkeit der Demokratie*

Innovationen und Blockaden
2003. 367 Seiten

Martin Höpner

Wer beherrscht die Unternehmen?*

Shareholder Value, Managerherrschaft und Mitbestimmung in Deutschland
2003. 265 Seiten

Wolfgang Streeck, Martin Höpner (Hg.)

Alle Macht dem Markt?*

Fallstudien zur Abwicklung der Deutschland AG
2003. 289 Seiten

Britta Rehder

Betriebliche Bündnisse für Arbeit in Deutschland*

Mitbestimmung und Flächentarif im Wandel
2003. 296 Seiten

Henrik Enderlein

Nationale Wirtschaftspolitik in der europäischen Währungsunion

2004. 228 Seiten

Steffen Ganghof

Wer regiert in der Steuerpolitik?

Einkommensteuerreform in Deutschland zwischen internationalem Wettbewerb und nationalen Verteilungskonflikten
2004. 195 Seiten

Oliver Treib

Die Bedeutung der nationalen Parteipolitik für die Umsetzung europäischer Sozialrichtlinien

2004. 298 Seiten

Miriam Hartlapp

**Die Kontrolle der nationalen Rechts-
durchsetzung durch die Europäische
Kommission**

2005. 254 Seiten

Armin Schäfer

Die neue Unverbindlichkeit
Wirtschaftspolitische Koordinierung
in Europa

2005. 259 Seiten

Steffen Ganghof, Philip Manow (Hg.)

Mechanismen der Politik

Strategische Interaktion im deutschen
Regierungssystem

2005. 277 Seiten

Jürgen Beyer

Pfadabhängigkeit

Über institutionelle Kontinuität,
anfällige Stabilität und fundamentalen
Wandel

2006. 291 Seiten

Simone Leiber

**Europäische Sozialpolitik und
nationale Sozialpartnerschaft**

2005. 281 Seiten

Jens Beckert, Bernhard Ebbinghaus,
Anke Hassel, Philip Manow (Hg.)

Transformationen des Kapitalismus

Festschrift für Wolfgang Streeck zum
sechzigsten Geburtstag

2006. 465 Seiten

Lothar Krempel

Visualisierung komplexer Strukturen

Grundlagen der Darstellung mehr-
dimensionaler Netzwerke

2005. 216 Seiten

* Titel steht im Internet zum

Download (pdf) zur Verfügung:

www.mpifg.de/pu/mpifg_books_pdf.asp