

Kapitel 3

Die Entwicklung technischer Infrastruktursysteme zwischen Steuerung und Selbstorganisation

Renate Mayntz und Volker Schneider

3.1 Technische Infrastruktursysteme und die Perspektive des akteurzentrierten Institutionalismus¹

Die moderne Technik beeinflusst die gesellschaftliche Dynamik sowohl in ihrer Funktion als Instrument von Problemlösungen wie auch als Ursache neuer Probleme. Die Technikentwicklung und ihre Steuerung ist deshalb ein wichtiger Untersuchungsgegenstand, wenn man sich für das Zusammenspiel von gesellschaftlicher Eigendynamik und politischer Steuerung interessiert. Wählt man gesellschaftliche Teilsysteme als Analyseebene, dann rücken einerseits Technisierungsprozesse innerhalb von Teilsystemen wie Politik, Wirtschaft, Gesundheit oder Bildung, zum anderen aber auch großtechnische Systeme im Infrastrukturbereich,² die selbst den Status von Funktionssystemen auf

1 Vgl. speziell zu diesem Thema auch den Beitrag von Schneider/Mayntz (1995), der sich mit diesem Kapitel thematisch teilweise überlappt.

2 Der Begriff des großtechnischen Systems wurde durch die Studie des Technikhistorikers Thomas P. Hughes über die frühen Elektrizitätsnetzwerke in die Sozialwissenschaften eingeführt (Hughes 1983). Er erfuhr zwar bald eine fast inflationäre Erweiterung; sein Kern jedoch blieb, nämlich die Abgrenzung von zwar verbreitet genutzten, aber nicht miteinander zu einem System vernetzten Artefakten. Wir verstehen dementsprechend unter großtechnischen Systemen weiträumig zur dauerhaften Erfüllung eines spezifischen Zwecks verbundene Netzwerke heterogener technischer und sozialer Komponenten.

der Makroebene beanspruchen können, ins Zentrum der Aufmerksamkeit. Das Forschungsprogramm des Max-Planck-Instituts für Gesellschaftsforschung hat sich aus zwei Gründen auf das zweite dieser Themen konzentriert. Erstens gehören jene Teilsysteme, in denen die intrasystemische Technisierung eine besonders große Rolle gespielt hat und weiter spielt, nämlich Wirtschaft und Staat (Militär!), nicht zu den staatsnahen Sektoren, unserem engeren Untersuchungsbereich; technische Infrastruktursysteme, die sowohl öffentlich wie privat organisierbare Dienstleistungen erbringen, kann man dagegen zu den staatsnahen Sektoren zählen. Der zweite Grund ist, daß die großtechnischen Systeme im Infrastrukturbereich – Elektrizitätsnetze, Verkehrs- und Telekommunikationssysteme – ungeachtet ihrer großen Bedeutung in gesellschaftstheoretischer Hinsicht bisher vernachlässigt wurden.

Die heute dominierenden makrosoziologischen Ansätze abstrahieren weitgehend vom Homo faber und seinen Produkten. Karl Marx hatte immerhin die soziale Prägekraft der Produktionstechnik thematisiert, und auch Hans Freyer und Emile Durkheim haben, wie Hans Linde (1972) uns erinnert, technische Artefakte als Instrumente menschlichen Handelns berücksichtigt. Im normativen Paradigma Parsonsscher Provenienz führte das Bezugsproblem der sozialen Ordnung dagegen zur Verdrängung der Technik. Solange man im herkömmlichen systemtheoretischen Rahmen argumentiert, sind gesellschaftliche Teilsysteme rein soziale Systeme, und ihre Elemente sozial Handelnde, Handlungen oder gar nur Kommunikationen. Technische Artefakte spielen bestenfalls die Rolle einer Ressource und sind insofern systemextern. Die modernen Verkehrs-, Kommunikations- und Versorgungssysteme bleiben damit als eigenständige gesellschaftliche Funktionssysteme in soziologischen Systemtheorien und darauf fußenden Analysen sozialer Differenzierung außer Betracht – obwohl die Versorgung mit Wasser und Energie, das Transportieren von Gegenständen, die schnelle räumliche Fortbewegung und die Kommunikation mit entfernten Personen verbreitete menschliche Bedürfnisse sind, die ebenso beanspruchen können, als Konstitutionskriterium eines funktionalen Teilsystems zu gelten, wie zum Beispiel Gesundheit oder Bildung.

In der sozialwissenschaftlichen Technikforschung hat man sich ebenfalls weniger mit den gesellschaftsweit, ja gesellschaftsübergreifend ausgelegten technischen Infrastruktursystemen als mit isolierten technischen Artefakten (wie dem Auto, der Werkzeugmaschine, dem Fließband und dem Computer) beschäftigt. Dabei hat sich das Interesse überwiegend auf die Folgen ihrer Nutzung in den Bereichen Arbeit und Alltag konzentriert. Das Forschungsprogramm des Max-Planck-Instituts für Gesellschaftsforschung hingegen zielt darauf, die Genese von Technik, ihre Ausbreitung und Institutionalisierung

in großtechnischen Systemen sowie die damit verbundenen Grenzen und Möglichkeiten ihrer Steuerung zu analysieren.

Ebenso wenig wie das Konzept des großtechnischen Systems gehören institutionalistische Ansätze zum ›main stream‹ der sozialwissenschaftlichen Technikforschung. Der von uns benutzte Ansatz des akteurzentrierten Institutionalismus unterscheidet sich sowohl von objektivistischen wie von sozialkonstruktivistischen Richtungen in der Techniksoziologie. Als ›objektivistisch‹ kann man verschiedene deterministische Erklärungsansätze bezeichnen. Neben einem ökonomischen Determinismus war zeitweise ein technischer Determinismus verbreitet, demzufolge die Entwicklung der Technik einer ihr immanenten Logik folgt und sich durch Einwirkung von außen allenfalls verzögern oder beschleunigen, nicht jedoch in ihrer Richtung ändern läßt. Der neuerdings verbreitete sozialkonstruktivistische Ansatz versteht Technik in scharfem Gegensatz hierzu als durch die Projektionen, Illusionen und Definitionen von Menschen sozial konstruiert, wobei auch wissenschaftlich-technische ›Fakten‹ verhandelbar sind (Pinch/Bijker 1984; Callon et al. 1986).

Unterschiede zum institutionalistischen Ansatz gibt es teilweise bereits beim Technikbegriff. Der Konstruktivismus leugnet die Differenz zwischen technischen Artefakten und sozialen Institutionen und behandelt Artefakte sogar als Akteure (Latour 1987). In institutionalistischer Perspektive erscheinen technische Artefakte zwar ebenso wie soziale Institutionen als Resultate menschlichen Handelns, doch unterscheiden sich beide trotz gemeinsamer Basisfunktionen³ grundlegend in ihrer Wirkungsweise. Während Dauerzwecksetzungen mittels Technik extrasomatisch fixiert und somit tatsächlich ›objektiviert‹ werden, wirken soziale Institutionen auf das Handeln zwar ebenfalls dauerhaft, aber unter vollkommen anderen Voraussetzungen. Institutionalisierung führt strenggenommen nicht zu Objektivierung, sondern zu Intersubjektivierung, da soziale Institutionen in ihrer Regelwirkung weiterhin am Wollen und Können menschlicher Subjekte ansetzen müssen. Menschen verfügen (fast) immer über die Autonomie, entscheiden zu können, ob eine institutionalisierte Regel oder Routine eingehalten oder übertreten werden soll.⁴ Im Ge-

3 Technische Artefakte sind, ebenso wie soziale Institutionen, von Menschen geschaffene Mittel der Daseinsbewältigung – Einrichtungen, wie es bei Gehlen heißt, die die biologischen Mängel des Menschen und hier nicht zuletzt seine fehlende Instinktsteuerung kompensieren und damit voraussehbares Handeln möglich machen (Gehlen 1986: 42).

4 Das regelhafte Verhalten von technischen Systemen hingegen liegt nicht im Belieben einzelner Komponenten. In einer technischen Konstruktion ist eine Zwecksetzung tatsächlich so objektiviert, daß sie unabhängig vom Wollen und Können des Menschen auf Dauer gestellt ist.

gensatz zu Maschinen können soziale Institutionen daher keine absolut zuverlässige Verhaltensprogrammierung garantieren. Ein weiterer Unterschied zwischen sozialen Institutionen und technischen Artefakten läßt sich in der Struktur ihrer Genese erkennen. Während Institutionen nur in beschränktem Maße bewußte Konstruktionen (zum Beispiel Gesetzgebung, Gestaltung formaler Organisationen) darstellen, und sich vielfach auch spontan und ungeplant herausbilden, werden technische Artefakte meist absichtsvoll erzeugt.⁵ Für die Entwicklung großtechnischer Systeme, die in großem Umfang planvolles Organisieren fordert, gilt das erst recht. Technische Artefakte und großtechnische Systeme bilden jedoch genau wie institutionelle Regeln zugleich Restriktionen und Voraussetzungen für spezifische Arten menschlichen Handelns.

Objektivistische ebenso wie sozialkonstruktivistische Ansätze der Technikforschung benutzen im Kern ein einfaches, einstufiges Erklärungsschema, in dem technische Realisationen direkt entweder aus objektiven oder subjektiven Gegebenheiten hervorgehen. Im Gegensatz hierzu ist der Erklärungsansatz des akteurzentrierten Institutionalismus zweistufig, indem er zwar ebenfalls vom Subjektcharakter sozialer Akteure ausgeht, die Realisierung subjektiver Motive aber immer in objektive Bedingungen und Zwänge eingebettet sieht, die subjektive Ziele restringieren und oftmals durchkreuzen. Zu diesen Bedingungen gehören bei der Technikentwicklung nicht nur kognitive und instrumentelle Voraussetzungen (technology pool), sondern auch der jeweilige institutionelle Kontext, innerhalb dessen die Akteure handeln. Wichtig ist hierbei unter anderem, ob die Entscheidungen im Rahmen wirtschaftlicher oder politischer Institutionen getroffen werden und ob individuelle oder korporative Akteure die zentrale Rolle spielen. Dementsprechend stellt die Technikentwicklung sich als mehrstufiger umwelt- und subjektgesteuerter Selektionsprozeß dar, in dem an verschiedenen Verzweigungspunkten einer Entwicklung ökonomisch, politisch und möglicherweise auch kulturell begründete subjektive Entscheidungen realer Akteure bestimmen, in welche der möglichen Richtungen die Entwicklung weiterläuft (Mayntz 1991). Die möglichen Entwicklungsrichtungen beziehungsweise -räume sind dabei zunächst wissenschaftlich-technisch, das heißt objektiv definiert; daß sich verschiedene Wege anbieten, hängt mit der häufigen Existenz alternativer technischer Möglichkeiten zusammen, eine bestimmte Wirkung zu erzielen. Die von den beteiligten Akteu-

5 Natürlich sind auch bei Artefakten Evolutionsketten denkbar, in denen nicht intendierte Innovationen entstehen und sich Werkzeuge inkrementell-adaptiv verbessern (Grundmann 1994). Dennoch muß jede Veränderung einen neuen Plan, eine neue Konstruktionsphase passieren.

ren jeweils getroffenen Auswahlentscheidungen schränken den danach noch erreichbaren Teil des genetischen Möglichkeitsraums weiter ein, eröffnen aber auch wieder neue Alternativen. Die technische Entwicklung ist damit pfadabhängig; da außerdem auch kleine, außerhalb des zentralen genetischen Prozesses liegende und insofern zufällige Ereignisse die Entscheidungen beeinflussen können, ist die Entwicklungsrichtung nicht von vornherein objektiv festgelegt.

Der grob skizzierte institutionalistische Ansatz zur Erforschung der Technikentwicklung im allgemeinen und technischer Infrastruktursysteme im besonderen lenkt das Augenmerk unmittelbar auf die Problematik der Techniksteuerung, und zwar im doppelten Sinne der Steuerung der *Technikentwicklung* und der Steuerung großtechnischer *Systeme*. In beiden Hinsichten stellt sich damit für dieses Kapitel zum einen die Frage nach dem Zusammenwirken wissenschaftlich-technischer und sozialer (und hier speziell institutioneller) Faktoren. Zum anderen ist zu fragen, wieweit die Entwicklung und die Operation großtechnischer Systeme zentral zu steuern sind. Wie sich zeigen wird, ist das weder für längerfristige Prozesse der Systementwicklung noch für die Operation transnational ausgedehnter Telekommunikations- und Verkehrssysteme, dem speziellen Untersuchungsgegenstand im Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung, möglich. Damit wird die Fähigkeit zur Selbstregulierung durch horizontale Kooperation für Wachstum und Funktionsfähigkeit solcher Systeme entscheidend. Diese Entwicklung im Bereich großtechnischer Systeme fügt sich, wie wir abschließend argumentieren werden, in einen gleichgerichteten Prozeß gesellschaftlichen Strukturwandels ein.

3.2 Zur allgemeinen Entwicklungsdynamik großtechnischer Systeme⁶

Die großtechnischen Systeme im Infrastrukturbereich sind in ihrer jeweils besonderen organisatorisch-institutionellen Form auf der Basis von (aber nicht determiniert von) spezifischen technischen Innovationen entstanden. Aufgrund der fortdauernden Dynamik technischer Entwicklung ist dieser Prozeß auch noch keineswegs zum Stillstand gekommen; so entwickelt sich etwa seit kurzem in einigen Ländern ein Nuklearsystem – ein aufeinander abgestimmter

6 Zu diesem Abschnitt vgl. neben der besonders zitierten Literatur vor allem die Beiträge in Mayntz/Hughes (1988) sowie Mayntz (1988).

Zusammenhang von Brennelementherstellern, Kernkraftwerken, Überwachungsinstanzen, Aufbereitungsanlagen und Vorkehrungen für Entsorgung und Endlagerung nuklearer Abfälle (Rochlin 1994). An der Entwicklung technischer Infrastruktursysteme wirken zahlreiche individuelle (Erfinder, Konstrukteure, Anwender) und korporative Akteure (Unternehmen, Banken, Behörden) mit, wobei von Phase zu Phase das Schwergewicht bei unterschiedlichen Akteuren liegt. Zugleich erlangen die sozial organisierten technischen Systeme in diesem Prozeß selbst zunehmend Handlungsfähigkeit. Nach der Steuerung derartiger Entwicklungsprozesse zu fragen heißt deshalb auch, nach den in bestimmten Phasen möglicherweise dominanten Akteuren zu fragen.

Die Ausbreitung und Strukturentwicklung technischer Netze folgte bisher überwiegend einem Strukturmuster, das sich unter anderem an der deutschen Telefonentwicklung ablesen läßt, die von Thomas (1995) detailliert rekonstruiert wurde. Die Entwicklung der später national, ja transnational ausgedehnten Verkehrs- und Kommunikationsnetze beginnt kleinräumig und dezentral und schreitet durch die zunehmende Verknüpfung kleiner Netze zu größeren voran. Dabei werden die ersten räumlichen Entwicklungskerne und -achsen je nachdem, ob politische oder wirtschaftliche Akteure in dieser Phase die entscheidenden Promotoren sind, durch administrative und militärische oder aber durch ökonomische Nutzungsüberlegungen bestimmt. Später gewinnt die politische Territorialstruktur (Staatsgrenzen) entscheidenden Einfluß auf die Netzauslegung. In jüngster Zeit sind die technischen Netze, parallel zu Internationalisierungs- und Globalisierungsprozessen im ökonomischen Bereich, über nationale Grenzen hinweg verknüpft worden; auf transnationaler Ebene wiederholt sich so ein frühes Wachstumsmuster. Da jedoch auf internationaler Ebene autoritative Regelungsinstanzen fehlen, erfolgt diese jüngste Phase der Netzerweiterung auf dem Wege der Selbstorganisation durch Verhandlung und freiwillige Vereinbarungen.

Die relative Bedeutung von technischem ›supply push‹ und sozialem ›demand pull‹ verändert sich im Laufe der Systementwicklung auf eine ganz bestimmte Weise. In der Entstehungsphase der großen technischen Infrastruktursysteme spielt sozialer Bedarf in der Form einer artikulierten Marktnachfrage meist nur eine geringe Rolle. Die aktuelle Nachfrage nach bestimmten Infrastrukturlösungen wird in der Erfindungsphase einer neuen Technik in aller Regel durch die bereits existierenden Infrastruktursysteme erfüllt, die zudem zunächst billiger und sicherer sind als die neue Technik. Das galt für das elektrische Licht im Verhältnis zur Gasbeleuchtung genauso wie für das Telefon im Verhältnis zum elektrischen Telegrafen. Die neue Technik wird deshalb oft nur als Mittel angesehen, bereits bestehende technische Infrastruk-

tursysteme auszubauen und zu verbessern – wie das Telefon in Deutschland zuerst nur das Telegrafennetz an seinen Endpunkten erweitern sollte.⁷ Gerade in der Frühphase beruht das Wachstum großtechnischer Systeme demnach stärker auf ›technology push‹ als auf ›demand pull‹. Zu Beginn der Eisenbahn-, Elektrizitäts- und Telefonentwicklung versuchten die Erfinder und Systembauer der ersten Generation, ihre technischen Zukunftsvisionen trotz einer skeptischen Klientel zu verwirklichen; erst später gingen Systementwicklung und Marktentwicklung Hand in Hand. Ein ähnliches Muster kann man auch bei den jüngsten telematischen Innovationen in der modernen Telekommunikation erkennen (Schneider 1989; Fuchs 1993).

Eine ökonomisch motivierte Nachfrage beginnt in der Regel erst mit dem Überschreiten eines bestimmten Preis-Leistungs-Verhältnisses und läutet die sich selbst tragende Wachstumsphase des neuen Systems ein. Bei modernen technischen Infrastruktursystemen reicht allerdings die Marktnachfrage oft nicht aus; angesichts des hohen Finanzbedarfs für ihren Auf- und Ausbau sind vielmehr mächtige korporative Akteure und Institutionen nötig, die das erforderliche Kapital aufzubringen vermögen. So war zum Beispiel für die Eisenbahnentwicklung das Engagement von Privatbanken, die neue Rechtsform der Aktiengesellschaft oder auch die Intervention des Staates von zentraler Bedeutung – wobei der Staat sowohl als Träger wie als finanzkräftiger Nachfrager aufgetreten ist. Ein die weitere Systementwicklung gewährleistender ›Bedarf‹ taucht nicht automatisch auf; daß er auftritt, ist eine – durchaus kontingente – Voraussetzung für das längerfristige Überleben des Systems. Eine wichtige Variable ist dabei die spezifische Nachfragerkonstellation (zum Beispiel private Haushalte, große Unternehmen oder staatliche Instanzen). Ausschlaggebend bleibt jedoch am Ende, wie stark ein neues großtechnisches System in sein gesellschaftliches Umfeld integriert wird, das heißt, wie unersetzlich seine Leistungen für andere funktionelle Teilsysteme werden.

Bei Systemen, die für ihr Wachstum auf eine Marktnachfrage angewiesen sind, wie die Telekommunikationssysteme, durch ausgeprägte positive Netzwerkexternalitäten gekennzeichnet sind (das heißt, die Nutzungsvorteile für den einzelnen wachsen mit der Zahl der Nutzer), tauchen ›Kritische-Masse‹-Probleme auf,⁸ deren Lösung zur Wachstumsvoraussetzung wird. Ob die Lö-

7 In anderen Ländern, wie zum Beispiel in Frankreich und Italien, war dies anders. Dort wurde erst später erkannt, daß telegrafische Kommunikation durch das Telefon ersetzt werden kann.

8 Vgl. hierzu die Darstellung dieser Konzepte mit relevanten Literaturangaben in Hohn/Schneider (1991).

sung gelingt, hängt stark vom institutionellen Kontext ab. Exemplarisch zeigt dies ein Vergleich der Entwicklung von Bildschirmtext (BTX) in Frankreich, in Großbritannien und in der Bundesrepublik Deutschland (Schneider 1989; Schneider et al. 1991). Das allgemeine Problem bestand darin, hinreichend viele BTX-Nutzer zu finden und damit die (autonom handelnden) Anbieter ihrerseits zur Bereitstellung eines attraktiven Dienstangebots zu motivieren. In keinem dieser Länder hätte ein derartig großes System von einem Akteur allein produziert und implementiert werden können. Es gab jedoch charakteristische Unterschiede zwischen den verschiedenen nationalen Handlungskontexten, die verschiedene Handlungsmöglichkeiten für den Umgang mit dem ›Kritische-Masse‹-Problem boten. Der institutionelle Kontext, in dem die – außerordentlich erfolgreiche – Entwicklung des französischen Teletel-Systems stattfand, machte es der französischen Telekommunikationsverwaltung möglich, mit einer äußerst kompakten Strategie auf die spezifischen Herausforderungen des Systemaufbaus zu antworten: Mit einer kostenlosen Verteilung von mehreren Millionen von Minitel-Geräten und der vollen Übernahme des (industriepolitisch legitimierten) Risikos durch die französische Post- und Telekommunikationsverwaltung, die sich die Geräte über Großaufträge bei der stark konzentrierten nationalen Telekommunikationsindustrie beschaffte, wurde ›aus dem Stand‹ eine kritische Masse für weiteres selbsttragendes Wachstum geschaffen. In Großbritannien und in Deutschland war eine solche Handlungsoption verschlossen; in beiden Ländern gab es relevante politische Kräfte (in der Bundesrepublik Deutschland die Länderregierungen, in Großbritannien die Neoliberalen), die die Macht des größten Akteurs, der nationalen Telekommunikationsverwaltung, zumindest eindämmen wollten. Vor diesem Hintergrund blieben der Deutschen Bundespost nur freiwillige und netzwerkartige Abstimmungsformen, um ihre Partner (Hersteller, Anbieter) zu den notwendigen Großinvestitionen zu veranlassen. Dabei bediente man sich zunächst eines gezielten Erwartungsmanagements, durch das Erfolge und Gewinnerwartungen gesteigert beziehungsweise stabilisiert werden sollten. Später, als sich ein Scheitern dieser Strategie abzeichnete und die erwarteten Millionen von Nutzern ausblieben, wurde auf die Strategie, spezialisierte Nutzergruppen mit unterschiedlichen Nutzenschwellen (das heißt gruppen-spezifische kritische Massen) anzusprechen, umgeschaltet. Als sich jedoch infolge von technischen Schwierigkeiten, Pannen und Reibungen die Systemimplementation verzögerte, platzte die subjektive ›Erwartungsblase‹ bei potentiellen Nutzern und Anbietern, so daß auch diese auf der Manipulation von Erwartungen basierende Strategie scheiterte.

Zu den Besonderheiten der Wachstumsdynamik großtechnischer Systeme gehört es, daß, wie schon Hughes (1983) erkannte, gerade Leistungsengpässe ein wichtiger Motor der Systementwicklung sind. Diese allgemeine These läßt sich dadurch differenzieren, daß man verschiedene Arten von Engpässen unterscheidet. Technische Schwachstellen, die die Leistungsfähigkeit quantitativ oder qualitativ beeinträchtigen, regen unmittelbar zur Suche nach technischen Verbesserungen an. Dies läßt sich unter anderem anhand der Geschichte des Telefons belegen, in der etwa die jeweilige Vermittlungstechnik immer wieder die Ausweitung des Systems begrenzte und damit zuerst die Entwicklung der elektromechanischen und später der elektronischen Vermittlung stimulierte (Werle 1990). Überlastungsprobleme regen dagegen, wie Hughes (1983) schon am Beispiel von Elektrizitätsnetzen zeigte, zunächst die Systemerweiterung (stärkere Leitungen, größere Kraftwerke) an. Wenn diese Strategie allerdings auf Grenzen stößt, geraten organisatorische Problemlösungen ins Blickfeld. Tatsächlich entstehen Leistungsengpässe auch durch organisatorische Mängel. Ein aktuelles Beispiel bietet der Luftverkehr. Hier konnte man in den vergangenen Jahren Überlastungserscheinungen beobachten, die zu wachsenden Verspätungen vor allem im transnationalen Luftverkehr führten. Resch (1994) konnte zeigen, daß insbesondere Schwierigkeiten bei der Koordination der Flugsicherung über Ländergrenzen hinweg eine wesentliche Ursache dieser Mängel waren. Darauf reagierte man mit Veränderungen im institutionellen Bereich. Zunächst wurde eine hierarchische, supranationale Struktur angestrebt (Eurocontrol), die sich jedoch angesichts nationaler Widerstände nicht durchsetzen ließ. Weitere technische Entwicklungen, die eine höhere Interoperabilität und Kompatibilität bei der Flugsicherung gewährleisten, ermöglichten es dann, auf eine hierarchische Lösung zu verzichten und transnationale Koordination über horizontale, netzwerkartige Koordinationsstrukturen (EATCHIP) zu erreichen – wobei allerdings noch offen ist, ob dies das Endstadium oder nur ein Durchgangsstadium ist.

Selbst wenn staatliche Akteure als Promotor, Nachfrager, Träger und Regulierungsinstanz einen wichtigen Anteil an der Entwicklung und Gestaltung technischer Infrastruktursysteme haben, kann, wie diese kurzen Hinweise auf einige Besonderheiten ihrer Wachstumsdynamik gezeigt haben, von einer zentralen politischen Steuerung vor allem in längerfristiger Perspektive keine Rede sein. Das heißt jedoch nicht, daß die eingangs als kontingenter Selektionsprozeß gekennzeichnete Technikentwicklung analog zur biologischen Evolution verläuft (Schmidt/Werle 1994). Technische Innovationen sind keine zufällig erzeugten Varianten, sondern absichtliche Problemlösungen – auch wenn es sich dabei oft nicht um praktische, sondern um rein kognitive Probleme

me handelt,⁹ und auch, wenn nicht artikulierte Bedürfnisse, sondern (oft genug falsch) antizipierte künftige Verwendungsweisen richtungsweisend sind. Auch die Selektionen sind nicht das Ergebnis blind wirkender Umweltkräfte, die weniger angepaßte Varianten ausmerzen, sondern – oft genug rational kalkulierte – Entscheidungen von Akteuren.¹⁰ Das heißt aber nicht, daß bei der Entwicklung von großtechnischen Systemen das Handeln von Herstellern, Betreibern, Nutzern und Regulierern sich an einem gemeinsamen Ziel orientiert. Die Handlungsziele der verschiedenen beteiligten Akteure divergieren vielmehr gewöhnlich, so daß – wie im folgenden Abschnitt deutlicher werden wird – die individuell rationalen Auswahlentscheidungen auch nicht immer zu optimal leistungsfähigen Systemen führen.

Auch wenn nicht immer die effektivsten technischen Lösungen und Organisationsformen gewählt wurden, hat die spezifische Entwicklungsdynamik großtechnischer Systeme zu einer beständigen Leistungssteigerung geführt. Im gleichen Maße ist allerdings das Unfall- und/oder Mißbrauchsrisiko gewachsen. Die gesellschaftstheoretisch relevanten Folgen großtechnischer Systeme beschränken sich jedoch nicht auf ihr Leistungssteigerungs- und Störpotential, sondern betreffen auch die durch sie bewirkte Steigerung funktionaler Interdependenz und sozialer Vernetzung. Dabei sind zwei Aspekte dieses Prozesses zu unterscheiden.

Zum einen sind die technischen Infrastruktursysteme eng mit anderen gesellschaftlichen Funktionssystemen vernetzt. Einige von ihnen, allen voran die Wirtschaft, sind von der Entwicklung und Nutzung technischer Infrastruktursysteme sogar stärker beeinflußt worden als von immanenten Technisierungsprozessen. Ohne die modernen Systeme der Energieversorgung, des Transports und der Telekommunikation wären die industrielle Revolution und das Wirtschaftswachstum der letzten hundert Jahre nicht möglich gewesen. Auch der jüngste Strukturwandel im ökonomischen System, der mit den Stichworten Internationalisierung und vernetzte Produktion⁹ angedeutet werden kann, beruht auf der modernen Telekommunikation, ohne die die modernen Kapitalmärkte nicht funktionieren würden und die Abstimmung zwischen den welt-

9 Die charakteristische Techno-Logik, die darin besteht, die Grenzen des Machbaren zu erweitern, ist eher aleatorisch als strikt instrumentell auf effiziente Bedürfniserfüllung gerichtet. Deshalb wirken technische Innovationen nicht selten als Lösungen auf der Suche nach einem Problem.

10 Auch institutionalisierte Regelungen wirken als geplante Selektoren; man denke etwa an die Anforderungen zur Sicherheit oder Umweltverträglichkeit, denen technische Innovationen genügen müssen.

weit verstreuten Teilen eines Großunternehmens nicht gelänge (Schneider 1994).

Die technischen Infrastruktursysteme sind aber, zweitens, auch untereinander vernetzt. Das gilt vor allem seit den Anfängen der Eisenbahnentwicklung für Verkehrssysteme und das Telekommunikationssystem. Das Eisenbahnsystem hätte sich ohne den Telegrafen (oder ein funktionelles Äquivalent) niemals großräumig entwickeln können; der zivile Flugverkehr ist gar erst durch die Möglichkeiten der Telekommunikation (Funkverkehr) zu einem System geworden. In anderen Fällen ermöglicht die gleichzeitige Nutzung mehrerer technischer Infrastruktursysteme für einen neuen Zweck das Entstehen eines neuen Systems – wie im Falle des Systems der Organtransplantation, das sich, eingelagert in das Gesundheitssystem, seit Ende der siebziger Jahre entwickelt hat. Durch die planvoll organisierte Nutzung der hochentwickelten Flugtransport-, Telekommunikations- und Datenverarbeitungssysteme werden Transplantationszentren, normale Krankenhäuser, ärztliche Notdienste, Organ- und Gewebebanken, Dialysestationen und spezielle Datenbanken miteinander zu einem neuen, übernational ausgedehnten technischen Funktionssystem verknüpft (Braun/Joerges 1994).¹¹ Im Endergebnis hat damit die Dynamik großtechnischer Systementwicklung gleichzeitig das Ausmaß funktioneller Differenzierung in der Gesellschaft und die soziale Vernetzung verschiedener Funktionssysteme erhöht.

3.3 Akteure, Strategien und institutioneller Kontext

Wenn die Entwicklung großtechnischer Systeme ein kontingenter Prozeß ist, dann ist es aus institutionalistischer Perspektive wichtig, genauer zu betrachten, wie der institutionelle Kontext im Einzelfall die soziale *und* technische Form eines solchen Systems prägt. Das soll hier am Beispiel der Telekommunikation geschehen.

Die Entwicklung und technische Ausgestaltung des deutschen Telefonsystems wurde bis in die jüngste Vergangenheit hinein von einem bestimmten institutionellen Arrangement geprägt (vgl. hierzu Werle 1990). Dazu gehörte

¹¹ Braun und Joerges (1994) sprechen hier von einem sekundären großtechnischen System, da es auf den technischen Infrastruktursystemen aufbaut, aber durchaus eine eigene organisatorische und funktionelle Identität besitzt.

erstens ein ins vorige Jahrhundert zurückreichendes, exklusives Staatsmonopol, das die Kompetenzen für Aufbau und Betrieb von Telekommunikationsnetzen fast ausschließlich in einer, unter Leitung eines Ministers stehenden, unmittelbaren Staatsverwaltung konzentrierte. Eine zweite Besonderheit der fermeldepolitischen Verwaltungsorganisation bestand darin, daß der Post- und Fernmeldehaushalt schon in den zwanziger Jahren aus dem allgemeinen, parlamentarisch kontrollierten Staatsbudget herausgelöst worden war. Nach dem Verzicht auf eine institutionelle Neuordnung in den Anfangsjahren der Bundesrepublik wurden diese traditionellen institutionellen Strukturen, die während der Nazizeit zeitweise außer Kraft gesetzt waren, in zentralen Punkten restabliert. Im Ergebnis waren dadurch Planung und Betrieb des Fernmeldewesens weitgehend von der parlamentarischen Kontrolle entkoppelt. Gewissermaßen als Ersatz wurde diese Organisationsstruktur aber durch ein System funktionaler Interessenvermittlung ergänzt (Postverwaltungsrat), in dem die wichtigsten der für das Fernmeldewesen relevanten politischen und gesellschaftlichen Akteure vertreten waren.

Zu den prägenden Kontextbedingungen kam schließlich drittens eine Industriestruktur, die schon im vorigen Jahrhundert das Entstehen eines seit den zwanziger Jahren zunehmend formalisierten >Hoflieferanten<-Arrangements begünstigte, in dem die Fernmeldeverwaltung ihre Ausrüstungsgüter von einem kleinen, geschlossenen und stabilen Kreis von Zuliefererfirmen bezog, in dem die Firma Siemens schon sehr früh die Rolle des technologischen Schrittmachers und Systemführers übernommen hatte. Weil später auch die Bundespost nicht, wie andere nationale Fernmeldeverwaltungen, eigene Forschungs- und Entwicklungskapazitäten aufbaute, wurde die Ausrüstungstechnik weiterhin hauptsächlich von Siemens entwickelt, und, nach relativ festen Quoten aufgeteilt, von den übrigen Firmen nachgebaut. Innerhalb des Kartells herrschte minimale Konkurrenz. Langfristige Liefergarantien beseitigten die Investitionsrisiken der Hersteller fast vollständig, während die Entwicklungs-kosten des Systemführers durch erhöhte Preise abgesichert wurden. Auf dieser Grundlage entwickelten sich dauerhafte Kooperationsbeziehungen, auf denen ein langfristiges Planungsverhalten der Bundespost aufbauen konnte.

Das Ergebnis dieser Akteurkonstellation war eine konsequente Einheits-technik. Einheitsstechnik bedeutet dabei nicht, daß das gesamte System mit uniformen Komponenten konstruiert wurde, denn zu jeder Zeit koexistierten verschiedene technische Generationen, wie zum Beispiel handvermittelte, halbautomatische und vollautomatische Vermittlungssysteme. Einheitsstechnik hieß einfach, daß aus dem Pool der für einen Gerätetyp existierenden technischen Alternativen (zum Beispiel eine neue Vermittlungstechnik) durch ad-

ministrative Entscheidung jeweils nur ein Gerät ausgewählt wurde, das anschließend als Standardtechnik schrittweise im gesamten Netz eingesetzt wurde. Ermöglicht wurde das durch die Zentralisierung von Entscheidungskompetenzen bei Postministerium und Bundespost, wo der technische Ausbau ohne nennenswerte Störungen durch allgemeinpolitische Interventionen autonom geplant und langfristig festgelegt werden konnte. An dieser administrativen Zentralisierung änderte auch die Abhängigkeit der Bundespost vom dominanten Hersteller nichts. Im Kontext der informellen Dominanz von Siemens hieß Einheitstechnik allerdings praktisch im wesentlichen Siemens-Technik.

Mit der Einheitstechnik waren viele technische und ökonomische Vorteile verbunden. Eine Uniformierung der Systemkomponenten brachte Koordinations- und Transaktionskostenvorteile und führte außerdem in der Produktion zu steigenden Skalenerträgen; darüber hinaus wurden auch die Wartungskosten gesenkt (Werle 1994). Zugleich hatte das geschilderte Arrangement aber auch Nachteile. Abgeschottet von den Gesetzen des Marktes, konnten sich technische Gesichtspunkte wie Zuverlässigkeit und Perfektionierung durchsetzen, was hohe Preise und einen gewissen Mangel an technischem Pioniergeist mit sich brachte. Auf dem Hintergrund einer rasanten Entwicklung des technologischen Weltstandards geriet speziell das deutsche Telefonsystem dadurch schließlich ins Hintertreffen.¹² Bereits in der Mitte der sechziger Jahre geriet die Bundespost wirtschaftlich immer mehr in Schwierigkeiten und sah sich und das ganze institutionelle Arrangement zunehmend Protesten der Wirtschaft und der Telefonkunden ausgesetzt. Auch nachdem die Bundespost die wirtschaftlichen Schwierigkeiten überwunden hatte, verstärkten sich mit den wachsenden technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten die Reformforderungen. Bis zur Postreform von 1989 einschließlich konnten sich jedoch die Advokaten eines radikalen Wandels in Richtung einer grundlegenden Liberalisierung nur teilweise durchsetzen.

Das spannungsgeladene Nebeneinander von Modernisierungsbemühungen und traditionellen Verfahrensweisen wirkte sich auch auf das Verhalten der

12 Ein gutes Beispiel hierfür ist der Fehlschlag bei der geplanten Einführung eines neuen Vermittlungssystems in den siebziger Jahren, das in einem Kooperationsverbund aller deutscher Herstellerfirmen von Vermittlungstechnik entwickelt werden sollte. Obwohl sich international schon seit Mitte des Jahrzehnts der Durchbruch eines volligitalen Systems abzuzeichnen begann, setzten vor allem Siemens und die Bundespost weiterhin auf ein nur in der Steuerung, aber nicht in der Leitungsschaltung digitales Vermittlungssystem. Ende der siebziger Jahre mußte Siemens schließlich feststellen, daß die meisten seiner Weltmarktkonkurrenten mit volligitalisierter Vermittlungstechnik viel erfolgreicher waren, und gab deshalb das Entwicklungsprojekt auf.

Bundespost im Zuge der deutschen Vereinigung aus (Robischon 1994a, 1994b). Nach der Integration der Deutschen Post in die Bundespost wurde der Ausbau der ostdeutschen Netzinfrastruktur zunächst nach dem traditionellen, seit den achtziger Jahren nur leicht modifizierten Schema geplant: langfristig und auf der Grundlage einer von einem Hoflieferantenkreis produzierten und von der Bundespost implantierten Technik. Diese Langfristpläne wurden kurz darauf mit einer explodierenden Telefonnachfrage in den stark unterversorgten neuen Bundesländern konfrontiert. Hinzu kam, daß die mangelfulhafte Kommunikationsinfrastruktur zu einer ernstzunehmenden Bremse für die stark politisierte ostdeutsche Industrieentwicklung zu werden drohte. In dieser Situation erschien die traditionelle Beschaffungs- und Systemausbauroutine der Bundespost als dysfunktional, was die Position jener Akteure stärkte, die in der Postreform des Jahres 1989 die Liberalisierung viel weiter haben treiben wollen, als dann tatsächlich geschah. Diese Akteure nutzten nun die Chance, beim Neuausbau in den neuen Bundesländern eine Öffnung des Netzmonopols für private Investoren zu fordern. Schließlich wurde sogar vorgeschlagen, daß die DB Telekom insgesamt privatisiert werden sollte.¹³

In diesem Kontext mußten die Fragen entschieden werden, auf der Basis welcher Kommunikationstechnik (terrestrische Telefonnetze, Mobilfunk, Satellitenkommunikation) und mit welcher Ausbaustrategie (traditionelles Verfahren vs. Lizenzierung von Privatinvestoren) die Herausforderungen der deutschen Einigung bewältigt werden sollten. Obwohl die Ziele der beiden dominanten Akteure (Postministerium und DB Telekom) weithin überlappten (zum Beispiel schnelle Lösung, die aber möglichst einheitlich für das Bundesgebiet gelten sollte), vertraten sie in der Frage weitergehender Liberalisierung relativ konträre Positionen. Dieser Gegensatz war eine Folge der Postreform von 1989. Die Abtrennung des Postministeriums von den Betreiberunternehmen Post, Postbank und Telekom hatte dazu geführt, daß die Telekom ihre (monopolistischen) Eigeninteressen nun pronocierter vertreten konnte, während das Ministerium zum Regulierer geworden war, der seine Aufgabe in einer weitgehenden Liberalisierung sah. Die schließlich realisierten technischen Operationen repräsentieren letztlich einen Kompromiß zwischen den beiden Hauptakteuren. Auch an den ›Turn-key‹-Projekten wird dieser Interessenausgleich deutlich; hier wurde zwar die Planung und Errichtung ganzer Ortsnetze an

13 In diesem Zusammenhang ist ebenfalls wichtig, daß die Bundespost über zusätzliche Ablieferungen zur Finanzierung des Aufbaus im Osten eingespannt wurde, was einige Opponenten der 1989er Postreform von den Vorteilen einer privatisierten Telekom überzeugte.

Abb. 1: Nationale Bildschirmtext-Systeme im Vergleich

Land System	Großbritannien <i>Prestel</i>	Frankreich	Teletel	BR Deutschland Bildschirmtext
Einführung	1979	1982		1983
Teilnehmer 1990	150.000	6.000.000		260.000
Endgeräte	Modem, TV, Spezialgeräte; später hauptsächlich PC	Minitel; sehr viel später auch PC		Modem, TV, Spezialgeräte; später hauptsächlich PC
Datenbanken- system	zentrale Datenbank; spezielle Datenbank	viele privat kontrollierte externe Rechner; aber staatlich kontrolliertes elektronisches Telefonbuch; allgemeines öffentliches Datennetz		zentrale und regionale Datenbanken (staatlich kontrolliert) mit externen Rechnern (privat); spezielle Datennetze
Display- standard	einfach	einfach		komplex

Generalunternehmer aus dem Herstellerkreis delegiert, nach der Übergabe dieser Netze an die Telekom sollte das terrestrische Netzmonopol jedoch unangetastet bleiben.

Der Einfluß institutioneller Faktoren auf die Gestaltung technischer Systeme wird besonders deutlich, wenn die Anwendung einer weithin identischen Technik in unterschiedlichen institutionellen Kontexten verglichen wird. Wir kommen deshalb zum Schluß dieses Abschnitts noch einmal auf die Studie zur Entwicklung von Bildschirmtext (BTX) in Großbritannien, Frankreich und der Bundesrepublik zurück (Mayntz/Schneider 1988; Schneider 1989). Verschiedene institutionelle Strukturen haben hier bei gleichem technischen Wissensstand zu recht unterschiedlichen technischen und organisatorischen Strukturen geführt. Die wichtigsten dieser Unterschiede sind in Abbildung 1 skizziert. Darin wird deutlich, daß zwischen dem deutschen und britischen System große Ähnlichkeiten bestehen, während das französische System sich von den beiden übrigen gravierend unterscheidet.

Die wichtigsten Komponenten des französischen Systems – ein einfaches, kompaktes Endgerät (Minitel), ein dezentralisiertes System von Datenbanken, ein einfacher Standard und das von der französischen Post bereitgestellte elektronische Telefonbuch – sind das Ergebnis der zentral gesteuerten und industriepolitisch dominierten französischen Einführungsstrategie. Aus insti-

tioneller Perspektive war diese Strategie nur in einem hoch zentralisierten Interaktionssystem möglich, wie es in Frankreich gegeben war, in den beiden anderen Ländern jedoch fehlte. Die Promotoren des französischen Teletel (im wesentlichen das Industrieministerium und die ihm unterstellte Telekommunikationsverwaltung) waren in der Lage, sämtliche Ressourcen für eine massiertere Einführung von Teletel zu kontrollieren beziehungsweise deren Mobilisierung über den industriepolitischen Hintergrund zu legitimieren, ohne auf Widerstände von seiten industrieller Kreise zu stoßen. Die französische Absicht, mit dem Minitel ein Großseriengerät zu produzieren, das Informations-, Kommunikations- und Unterhaltungsfunktionen für breiteste Nutzerschichten erfüllen konnte, führte zum Bau eines einfachen Endgerätes mit einfachem Standard. Die dezentrale Netzarchitektur schließlich wurde durch die Existenz eines leistungsfähigen, allgemein zugänglichen Datennetzes begünstigt, welches für die darauf aufsetzenden Telematiksysteme viel bessere Unterstützungsleistungen anbieten konnte,¹⁴ als dies in Deutschland und Großbritannien möglich war. Auf die eng mit den verschiedenen technisch-organisatorischen Merkmalen der drei BTX-Systeme zusammenhängenden Unterschiede in ihrem Wachstum wurde oben schon eingegangen.

3.4 Technische Leistungsstrukturen und soziale Ordnungsformen

Schon im vorigen Abschnitt wurde deutlich, daß sich aus dem Zusammenspiel verschiedener in einem bestimmten institutionellen Kontext stehender Akteure Systementwicklungen ergeben können, die unterhalb der technisch möglichen Leistungsschwelle bleiben. Dieser Frage wollen wir uns jetzt unter Rückgriff auf eine weitere empirische Studie zur Telekommunikation zuwenden. Dabei läßt sich die (in Kapitel 2 dargestellte) Unterscheidung zwischen Regelungsstruktur und Leistungsstruktur analog benutzen. Obwohl technische und soziale Elemente in großtechnischen Systemen eng verknüpft sind, kann man analytisch zwischen der institutionellen oder Regelungsstruktur und der technischen (Leistungs-)Struktur solcher Systeme unterscheiden. Die institutionelle Struktur eines großtechnischen Systems beeinflusst seine technische Leistungs-

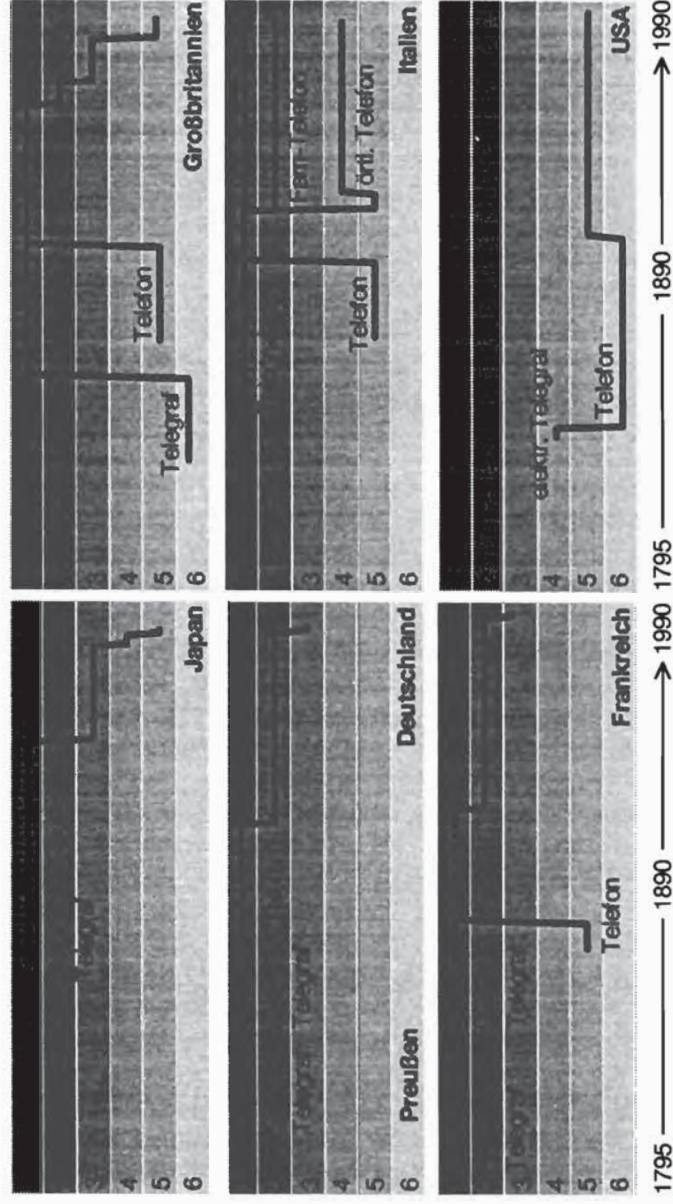
14 Diese infrastrukturelle Voraussetzung ist paradoxerweise eine Folge des verspäteten Telefonnetzausbaus in Frankreich, der sich dann an moderneren Standards orientieren konnte.

fähigkeit, ist aber selbst nicht technisch determiniert: Wie im vorigen Abschnitt deutlich wurde, definieren technische Zwänge lediglich einen Korridor möglicher Organisationsformen, innerhalb dessen ökonomische und politische Faktoren über die institutionelle Ausprägung entscheiden.

Das komplexe Verhältnis zwischen technischen Möglichkeiten und ihrer soziopolitischen Realisierung wird besonders deutlich in einem langfristigen internationalen Vergleich der Telekommunikationsentwicklung (Schneider 1995). Ganz im Widerspruch zu deterministischen Theorieansätzen wird hierbei deutlich, daß selbst großtechnische Systeme, die auf derselben Basistechnologie aufbauen, mit institutionell sehr unterschiedlich ausgeprägten Koordinations- und Steuerungsformen kombiniert werden können (vgl. Abbildung 2). Diese Varianz mag wenigstens teilweise in der Äquifunktionalität verschiedener Ordnungsformen begründet liegen, ist jedoch im übrigen auf die Verschiedenheit der nationalen Entwicklungskontexte zurückzuführen.

Auch im einzelnen rationale Auswahlentscheidungen führen keineswegs immer zu einem optimalen Entsprechungsverhältnis zwischen der technischen Struktur und der sozialen Organisation eines großtechnischen Systems – selbst dann nicht, wenn die unterschiedlichen Governance-Formen sehr unterschiedliche Auswirkungen auf Wachstumsdynamik und Leistungsfähigkeit zeigen. Wie das Extrembeispiel Italien mit seinem chronisch defizitären Telekommunikationssystem zeigt, lösen selbst manifeste, in der institutionellen Struktur eines großtechnischen Systems angelegte Entwicklungshemmnisse nicht ohne weiteres Anpassungsprozesse aus (Grande/Schneider 1991). Die institutionellen Strukturen technischer Infrastruktursysteme besitzen dieselben endogenen Beharrungskräfte wie soziale Institutionen im allgemeinen, wobei die Höhe des in großtechnischen Systemen gebundenen Kapitals und die von ihnen erzeugten funktionellen Abhängigkeiten für mächtige Nutzergruppen diese Tendenz noch verstärken. Ein eindrucksvolles Beispiel institutioneller Stabilität bot lange Zeit das deutsche Telekommunikationssystem, dessen Grundstruktur bis vor kurzem in allen sich einander ablösenden Verfassungen seit Gründung des Deutschen Reiches verankert war. Die ursprünglich exklusive militärische Nutzung der Telegrafie einerseits und die Dominanz des Militärischen im durch Preußen geprägten Kaiserreich andererseits führten dazu, daß zunächst die Telegrafie und später auch das Telefon in Deutschland als exklusives Staatsmonopol betrachtet wurden. Trotz verschiedener Angriffsversuche auf das Monopol (zunächst durch interessierte Privatunternehmer) und trotz verschiedener, zum Teil radikaler politischer Regimewechsel blieb die institutionelle Struktur bis auf wenige Modifikationen (zum Beispiel die Finanzstruktur, verändert durch das Reichspostfinanzgesetz) stabil (Thomas

Abb. 2: Langfristige institutionelle Entwicklungspfade in der Telekommunikation



- 1 Allgemeine Staatsverwaltung
- 2 Autonome Staatsverwaltung
- 3 Öffentliches Unternehmen
- 4 Privatunternehmen mit öffentlicher Mehrheitsbeteiligung
- 5 Reguliertes Privatunternehmen
- 6 Unreguliertes Privatunternehmen

1995). Erst in den achtziger Jahren konnte das Monopol von einer breiten Koalition in- und ausländischer politischer Kräfte aufgebrochen werden, deren Interessenlagen durch den kommunikationstechnischen Strukturwandel einerseits und durch die internationalen Ausstrahlungen der frühen Liberalisierung in den USA, Großbritannien und Japan andererseits verändert wurden. Technische Anpassungszwänge allein, so kann man schließen, setzen noch keine Transformationsautomatik in Gang, sondern werden immer nur vermittelt über die Transformation von Handlungskontexten und Interessenlagen wirksam.

Umgekehrt macht das amerikanische Beispiel der frühen Deregulierung und Liberalisierung eines enorm leistungsfähigen Systems deutlich, daß die institutionelle Rekonfiguration eines großtechnischen Systems nicht durch Leistungsmängel motiviert zu sein braucht. Die schleichende Liberalisierung, Deregulierung und schließlich die Aufspaltung der amerikanischen AT&T waren keine Reaktion auf schlechte Performanz oder einen nur technischen Problemdruck, sondern das Ergebnis eines institutionellen Erosionsprozesses. Die Aufweichung des ursprünglich technoökonomisch bedingten Monopols durch neue Übertragungstechnologien (Richtfunk, Satelliten) war zwar eine

Voraussetzung dafür, daß eine Reformkoalition von speziellen Nutzern und Herstellern entstehen konnte, die das Netz- und Dienstemonopol aufbrechen wollten; die Gründe dafür, daß diese Allianz sich schließlich durchsetzen konnte, sind jedoch nicht technischer Natur. Hier spielten vielmehr die politisch motivierte Antitrustbewegung und die seit der Carter-Administration herrschende Deregulierungsphilosophie eine entscheidende Rolle. Dadurch, daß systemgestaltende Entscheidungen immer von Akteuren getroffen werden, die in ökonomischen und politischen Strukturzusammenhängen stehen und damit auch ›in anderen Spielen mitspielen‹, werden außertechnische Faktoren für die Systemgestaltung prägend.

Dennoch ist der Zusammenhang zwischen Technik und sozialer Systemstruktur kein beliebiger. Im langfristigen internationalen Vergleich der Telekommunikationsentwicklung deutet hierauf die Tatsache hin, daß alle nationalen Telekommunikationssysteme während der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts in Richtung eines allgemeinen Organisationsparadigmas konvergierten (Schneider 1991). Seine institutionellen Merkmale waren

- eine hohe horizontale Integration (die verschiedenen Kommunikationsdienste sind in starkem Maße integriert);
- eine hohe vertikale Integration (die Produktions- und Leistungskette ist in hohem Maße integriert);
- starke politische Kontrolle (politische Kriterien spielen in der Entwicklung eine große Rolle).

Mit dem fortschreitenden technischen Wandel hat sich dieses Organisationsparadigma seitdem zunehmend aufgelöst. Unterstützt durch ökonomische und politische Faktoren (Weltmarktkonkurrenz beziehungsweise Europäische Union) haben die erweiterten technischen Möglichkeiten zu einem gegenläufigen Entwicklungstrend geführt: Über Liberalisierungsmaßnahmen wurde die horizontale Integration reduziert; die Öffnung der nationalen Beschaffungsmärkte führte zu einer Senkung der vertikalen Integration, und über Privatisierung oder Verwaltungsautonomisierung wurde die politische Kontrolle drastisch reduziert.

3.5 Von hierarchischer Steuerung zu horizontaler Koordination

Ausgedehnte Infrastruktursysteme entstehen nur im Ausnahmefall >aus einer Hand<. Wo sich etwa, wie in den USA, nationale Eisenbahnnetze aus mehreren kleineren Netzen verschiedener Betreiber entwickeln (Salsbury 1988), entstehen deshalb Koordinationsprobleme – in diesem Fall zum Beispiel hinsichtlich der Spurweite. Die Umstände, die im deutschen Telekommunikationssystem über lange Zeit hinweg eine >Einheitstechnik< möglich machten, sind, wie oben dargestellt, sehr spezieller Natur. Zumal dann, wenn technische Infrastruktursysteme über nationale Grenzen hinauswachsen, treten Koordinationsprobleme auf, die nicht mehr durch hierarchische Entscheidung zu lösen sind.

Die für viele Infrastruktursysteme charakteristische Form relativ eng gekoppelter technischer Netzwerke stellt ganz besondere Anforderungen an die Koordination der einzelnen >technischen Knoten<, wenn diese auf bestimmte Weise zusammenwirken (Kompatibilität) oder austauschbar (Portabilität) sein sollen (Genschel 1995; Schmidt/Werle 1994). Für jedes Systemelement, das mit anderen Elementen interagiert, müssen sämtliche Eigenschaften festgelegt, das heißt spezifiziert werden, die ein solches Zusammenwirken möglich machen. Die Definition solcher Spezifikationen wird häufig als technische Normierung oder Standardisierung bezeichnet.¹⁵ Diese kann die Form der Uniformisierung der einzelnen Systemkomponenten (>Einheitstechnik<) haben oder lediglich ihrer Kompatibilisierung (Schnittstellendefinition) dienen. Der zweite Koordinationsmodus begünstigt technische Diversifikation (und damit Innovation) und erhöht durch die Möglichkeit modularer Systemaufbaus die Flexibilität. Beide Arten von Standards können grundsätzlich auf drei Arten zustandekommen (Schmidt/Werle 1992):

- Standards können autoritativ angeordnet werden (hierarchische Standardisierung);
- Standards können ausgehandelt werden (kooperative oder Komiteestandardisierung);
- Standards können sich über spontane Diffusions- und Imitationsprozesse ausbreiten, ohne daß dabei bewußt koordiniert wird (nichtkooperative Standardisierung).

15 Die Normierung von Eigenschaften muß sich nicht immer an koordinativen Zwecken (Koordinationsstandards) orientieren, sondern kann auch regulative Funktionen erfüllen (regulative Standards).

Jede dieser Strukturformen hat Stärken und Schwächen. Bei rein marktbasier-ten Imitations- und Diffusionsprozessen besteht die Gefahr, daß pfadabhängige Prozeßlogiken zu suboptimalen Lösungen führen. Eine hierarchische Standardisierung ermöglicht zwar eine gezielte Wahl zwischen Alternativen und eine verlässlichere Durchsetzung als freiwillige Standardisierungsformen; andererseits setzt die hierarchische Form aber auch einen durchgängigen Kontroll-zugriff voraus, beziehungsweise verlangt einen höheren Kontroll- und Über-wachungsaufwand. Horizontal koordinierte Standardisierung schließlich ist nicht nur in der Durchsetzung, sondern auch in der Formulierung auf Konsens angewiesen, wobei die Einigung in Verhandlungssystemen mit deren zuneh-mender Größe immer schwieriger und damit unwahrscheinlicher wird (vgl. hierzu allgemein Scharpf 1994). Dennoch ist dies überall dort inzwischen die gängigste Organisationsform der Standardisierung, wo, wie in der internatio-nalen Telekommunikation, hierarchische Instanzen fehlen, die systemweite Standards formulieren und durchsetzen könnten.

Untersuchungen zur Standardisierung in der Telekommunikation (Genschel 1995; Schmidt/Werle 1995) haben gezeigt, daß ein wechselseitiger Zusam-menhang zwischen Telekommunikationsstrukturen, Standards und Standardi-sierungsorganisationen besteht. In Deutschland bildeten früher eine einfache hierarchische Netzstruktur, einheitlich (uniform) festgelegte Komponenten und eine im wesentlichen hierarchische Standardisierung einen interdependen-ten Zusammenhang. Technischer Wandel und zunehmende Internationalisie-rung haben vor allem in den letzten zwanzig Jahren die Standardisierungs-anforderungen verändert:¹⁶ International geltende Kompatibilitätsstandards wurden notwendig, konnten aber von den traditionellen Standardisierungs-organisationen nicht mehr bedarfsgerecht produziert werden. Da supranationa-le politische Instanzen immer noch äußerst schwach ausgeprägt sind, gibt es keine übergeordnete Institution, die einen rational geplanten Umbau der Stan-dardisierungslandschaft hätte leisten können. Wie in Kapitel 8 genauer ge-schildert wird, fand die institutionelle Anpassung im System der Standardi-sierungsorganisationen im wesentlichen auf dem Wege horizontaler Selbst-

16 Telekommunikation und Computerindustrie basierten zunächst auf stark unterschied-lichen technischen Strukturen und stellten daher auch unterschiedliche Anforderungen an die Setzung von Kompatibilitätsstandards. Mit zunehmender Interpenetration beider Sektoren seit den siebziger Jahren einerseits und der zunehmenden Internationalisierung der Telekommunikation andererseits verschieben sich die Standardisierungsanforde-rungen, indem die Schnittstellen sowohl zwischen wie innerhalb nationaler Systeme zunehmen und die erforderliche Austauschbarkeit von Komponenten steigt.

organisation statt. In vielen Bereichen entwickelten sich vollkommen neue, spezialisierte Normungsorganisationen; zugleich differenzierten sich existierende Organisationen intern immer mehr auf, wurden inkrementalistisch mit neuen Funktionen erweitert und bei Bedarf mit anderen Organisationen arbeitsteilig vernetzt. Insgesamt führten die Verschiebungen in der Technostruktur so zu einem riesigen >Bevölkerungswachstum< bei den Standardisierungsorganisationen einerseits, und zu einer zunehmend dichteren und komplexeren Vernetzung der Organisationen andererseits. Die hohe interorganisatorische Differenzierung, verbunden mit einer starken interorganisatorischen Vernetzung, kombiniert kooperative und nichtkooperative Standardisierungsformen. Diese Kombination ist der jeweils getrennten Operation beider Standardisierungsmodi insofern überlegen, als die immanenten Schwächen beider Prozesse dadurch neutralisiert werden: Über das Netzwerk wird kooperative Standardisierung auf verschiedene Organisationen verteilt, und die interorganisatorische Koordination wird einem nichtkooperativen Prozeß überlassen, der keinen übergreifenden Konsens fordert und damit die Einigungsfähigkeit erhöht (Genschel 1995). Diese Mischung der Standardisierungsformen macht Koordinationsleistungen möglich, die sonst nicht erbracht werden könnten.

Die kooperative Komiteestandardisierung ist nicht unbedingt ein harmonischer Prozeß, wie die vergleichende Rekonstruktion von Standardisierungsprozessen in den Bereichen Bildschirmtext, Telefax und E-Mail gezeigt hat (Schmidt/Werle 1995). Selbst in alten, etablierten Organisationen wie dem CCITT,¹⁷ in dem Abstimmungs- und Aushandlungsprozesse verfahrensmäßig stark festgelegt sind, gibt es immer noch so große Handlungsspielräume, daß variierende Konfliktkonstellationen zwischen den interessenorientiert handelnden Akteuren sehr unterschiedliche Abstimmungsergebnisse produzieren können. Die Art der jeweiligen Konfliktkonstellation hängt dabei zum einen von den spezifischen Binnenstrukturen technischer Systeme, zum anderen von den unterschiedlichen Phasen der Systementwicklung ab. Ist ein System so eng gekoppelt, daß es als unteilbar erscheint (es somit immer um das Ganze geht), dann ist der Konflikt zwischen den Befürwortern verschiedener Optionen härter als bei teilbaren Gütern oder dekomponierbaren Systemen. Weil Bildschirmtext in den siebziger Jahren einerseits als integriertes Gesamtsystem gehandelt wurde (was es schon lange nicht mehr ist), und andererseits bei Standardisierungsbeginn für die verschiedenen nationalen Systeme schon

17 CCITT ist die Abkürzung der französischen Bezeichnung des Internationalen Beratenden Komitees für Telephonie und Telegrafie. Das CCITT ist die weltweit wichtigste Standardisierungsorganisation in der Telekommunikation.

umfangreiche Investitionen getätigt worden waren (sunk costs), implizierte das Einigungsproblem in der internationalen Bildschirmtext-Standardisierung ein Nullsummenspiel (Systemkonkurrenz) mit der Folge einer Nicht-Einigung (beziehungsweise symbolischen Schein-Einigung). Dies war in der Telefaxstandardisierung anders: Weil es hier nur um einen Teilaspekt von Systemkomponenten ging, war der Konflikt um Marktanteile weniger intensiv, und das gemeinsame Sachinteresse an einem weltweit gültigen Telefaxstandard konnte daher eher in den Vordergrund treten. Im Fall der Softwarestandardisierung von E-Mail-Netzen (X.400) wird schließlich deutlich, daß auch der Zeitpunkt einer Standardsetzung erhebliche Wirkungen auf die Einigungs- und Implementationsprobleme hat. Der X.400-Standard zeichnet sich vor allem dadurch aus, daß es sich um eine Ex-ante-Standardisierung handelt, bei der die verschiedenen Parteien noch keine wesentlichen Investitionen in die unterschiedlichen Optionen getätigt hatten, und das Einigungsproblem lediglich eine kognitive Abstimmung, aber nicht die Lösung von Verteilungskonflikten implizierte, das heißt ein sogenanntes ›reines Koordinationsspiel‹ darstellte.

Trotz variierender Interessenkonstellationen in den drei skizzierten Standardisierungsfällen, und trotz unterschiedlichen Erfolgs der institutionellen Vermittlung wäre ohne die Existenz einer institutionellen Arena wie des CCITT auch im Telefax-Fall und beim X.400-Standard nur eine nichtkooperative Standardisierungsform möglich gewesen – mit allen unerwünschten Folgen und Nebeneffekten einer solchen Lösung. Vor allem bei Standardisierungsprozessen mit geringem Konfliktniveau, in denen Verteilungskonflikte sachbezogene Problemlösungen nicht zu stark behindern, stellt die Institutionalisierung der Aushandlungsprozesse viele Mittel bereit (zum Beispiel die Möglichkeit von Tauschprozessen zur Bildung von Paketlösungen), welche die Einigung letztlich erleichtern. Andererseits macht der Vergleich der drei Fälle deutlich, daß derartige institutionalisierte Verhandlungsarenen nicht jedes Konfliktniveau verarbeiten können. Wie der mißlungene Bildschirmtext-Standard zeigt, sind bei bestimmten Konfliktintensitäten selbst etablierte und sonst gut funktionierende Institutionen überfordert, wenn sie Interessenkonflikte durch allgemeinverbindliche Entscheidungen auflösen sollen.

3.6 Technische Infrastruktursysteme und gesellschaftliche Entwicklung

Die Einzelfallanalyse technischer Entwicklungen, bei denen der jeweilige gesellschaftliche Kontext als Prägefaktor, also als unabhängige Variable erscheint, verdeckt die Tatsache, daß ein enger wechselseitiger Zusammenhang zwischen der Organisationsform von technischen Infrastruktursystemen und den jeweils gesamtgesellschaftlich dominierenden Governance-Formen besteht (Mayntz 1993). Das gilt speziell für die Beziehung zwischen großtechnischen Systemen und dem Staat.

Obwohl gerade die für das politisch-administrative System konstitutiven Tätigkeiten, insbesondere das politische und administrative Entscheidungs-handeln, relativ wenig technisiert sind, gibt es eine Art koevolutionärer Beziehung zwischen dem modernen Staat und den neuzeitlichen technischen Infrastruktursystemen: Beide sind in besonderem Maße formal organisiert und hierarchisch strukturiert. Bei den netzgebundenen technischen Systemen wie Eisenbahn, Telefon und Elektrizitätsversorgung haben dabei technisch bedingte Koordinations- und Kontrollnotwendigkeiten eine wichtige Rolle gespielt, ohne daß sie allein für die Dominanz hierarchischer Ordnungsformen verantwortlich waren. Vielmehr haben sich der moderne Zentralstaat und die großtechnischen Systeme wechselseitig in ihrem Wachstum stimuliert und in ihrer Zentralisierung gefördert. Vor allem Telegraf und Telefon haben die Expansion der Zentralverwaltungen und mithin die politisch-administrative Hierarchisierung begünstigt. Umgekehrt hat der Staat den Aufbau großer privater Monopole bei den technischen Infrastruktursystemen ermöglicht. Wegen ihrer Bedeutung für den Staat sind Telegraf und Telefon, ebenso wie die für militärische Operationen wichtige Eisenbahn, wenigstens in Europa sogar als Teil des sich entfaltenden Staatsapparats organisiert worden. Aber auch wo das nicht der Fall war, haben diese technischen Infrastruktursysteme sowohl durch ihr hohes Nutzenpotential wie durch ihr hohes Störpotential die staatliche Regelung provoziert und dadurch den starken, den Interventionsstaat gefördert.

Heute ist die auf eine Art struktureller Wahlverwandtschaft gestützte Symbiose zwischen hierarchisierten politischen, industriellen und technischen Systemen jedoch prekär geworden, wobei es, ganz nach dem Muster des Marx'schen ›Totengräbermodells‹ des Kapitalismus, ihre eigenen Wirkungen sind, die ihren Fortbestand gefährden: eine positive Wechselwirkung schlägt in eine negative um. Der mächtige hierarchische Staat wird im Namen von Föderalismus, Regionalismus und Dezentralisierung angegriffen. Bei den

größtechnischen Systemen führt die mit einem hohen Störpotential gekoppelte Wachstumsdynamik und Verselbständigungstendenz zu Kritik. Die Abhängigkeitsbeziehung zwischen technischen Infrastruktursystemen und ihren Nutzern wird um so asymmetrischer, je weiträumiger Monopole sich erstrecken, je enger sie intern vernetzt und je hierarchischer sie organisiert sind. Solche großen technischen Systeme und die mit ihnen gemachten Erfahrungen erwecken Unbehagen und motivieren Proteste, die sich im gleichen Zuge gegen eine Industrie und ein politisches System richten, die mit ihnen aufs engste liiert erscheinen. Besonders deutlich ist dieser Zusammenhang – Stichwort Atomstaat – bei den modernen Nuklearsystemen, die wegen des hohen Risikos bei Unfällen oder Sabotage eine strikte hierarchische Kontrolle, den rigiden Überwachungsstaat zu erzwingen scheinen. Auf diese Weise trägt die Reaktion auf die wachsende Macht großtechnischer Systeme zur Erosion der gesellschaftlichen Akzeptanz für hierarchische Ordnungsformen bei. In den derzeit überall beobachtbaren Deregulierungsbemühungen, die auf eine Entflechtung der bisherigen (staatlichen oder auch nur staatlich garantierten) Monopole hinauslaufen, schlägt die Kritik dann wiederum auf die technischen Systeme zurück.

Technische Innovationen haben, so läßt sich dieses Argument zusammenfassen, über die auf ihrer Basis entwickelten modernen Infrastruktursysteme zunächst als Triebkraft gesellschaftlicher Zentralisierung und Hierarchisierung gewirkt. Die problematischen Folgen dieser synchronen Entwicklung in Staat, Industrie und Infrastruktursystemen haben sodann zu einer Gegenbewegung geführt, die sämtliche gesellschaftlichen Manifestationen des Hierarchieprinzips betrifft.¹⁸ An seine Stelle treten heute zunehmend verschiedene Formen horizontaler Koordination. Für die Infrastruktursysteme wurde das am Beispiel der Telekommunikation, aber auch des Luftverkehrs in diesem Kapitel gezeigt. Für den Bereich der Politik indiziert die wachsende Beachtung von Politiknetzwerken (Marin/Mayntz 1991) die zunehmende Bedeutung horizontaler Koordination. In der Wirtschaft schließlich finden sich parallele Entwicklungslagen im Bereich der Unternehmenskooperation (Hollingsworth 1990), aber auch innerhalb der immer wichtiger werdenden multinationalen Unternehmen, die immer dezentraler operieren (Schneider 1994). Vor allem im Bereich der Wirtschaft wird die Tendenz zur Ersetzung hierarchischer durch horizontal vernetzte Beziehungen dabei von denselben technischen Innovationen vor allem in der Telekommunikation begünstigt, die dort eine Entflechtung der großen Monopole praktikabel werden ließen. Auch jetzt wieder verstärken

18 Auf diese Gegenbewegung verweist auch Hughes (1991, Kapitel 9 und passim).

sich die strukturellen Veränderungen in den technischen und den nichttechnischen gesellschaftlichen Teilsystemen wechselseitig. Die technische Entwicklung, die zuvor das Entstehen großer hierarchischer Organisationen in Politik und Wirtschaft begünstigte, ist weitergelaufen und unterstützt heute den Wandel des Primats gesellschaftlicher Ordnungsformen hin zu netzwerkartigen Beziehungsmustern.

Literatur

- Braun, Ingo/Bernward Joerges, 1994: How to Recombine Large Technical Systems: The Case of European Organ Transplantation. In: Jane Summerton (Hrsg.), *Changing Large Technical Systems*. Boulder, CO: Westview, 25–51.
- Callon, Michel et al. (Hrsg.), 1986: *Mapping the Dynamics of Science and Technology*. Houndmills: Macmillan.
- Fuchs, Gerhard, 1993: Integrated Services Digital Network – Telecommunications Highway for Europe after 1992. In: *Telecommunications Policy* 16, 635–645.
- Gehlen, Arnold, 1986: *Urmensch und Spätkultur: Philosophische Ergebnisse und Aussagen*. Wiesbaden: Aula-Verlag.
- Genschel, Philipp, 1995: *Standards in der Informationstechnik: Institutioneller Wandel in der internationalen Standardisierung*. Frankfurt a.M.: Campus.
- Grande, Edgar/Volker Schneider, 1991: Reformstrategien und staatliche Handlungskapazitäten: Eine vergleichende Analyse institutionellen Wandels in der Telekommunikation in Westeuropa. In: *Politische Vierteljahresschrift* 32, 452–478.
- Grundmann, Rainer, 1994: Gibt es eine Evolution von Technik? Überlegungen zum Automobil und zur Evolutionstheorie. In: Werner Rammert/Gotthard Bechmann (Hrsg.), *Technik und Gesellschaft*. Jahrbuch 7: *Konstruktion und Evolution von Technik*. Frankfurt a.M.: Campus, 13–40.
- Hohn, Hans-Willy/Volker Schneider, 1991: Path-dependency and Critical Mass in the Development of Research and Technology. In: *Science and Public Policy* 18, 111–122.
- Hollingsworth, J. Rogers, 1990: *The Governance of American Manufacturing Sectors: The Logic of Coordination and Control*. MPIFG Discussion Paper 90/4. Köln: MPI für Gesellschaftsforschung.
- Hughes, Thomas P., 1983: *Networks of Power: Electrification in Western Society 1880–1930*. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.
- , 1991: *Die Erfindung Amerikas. Der technologische Aufstieg der USA seit 1870*. München: Beck.

- Latour, Bruno, 1987: *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers through Society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Linde, Hans, 1972: *Sachdominanz in Sozialstrukturen*. Tübingen: Mohr.
- Marin, Bernd/Renate Mayntz (Hrsg.), 1991: *Policy Networks: Empirical Evidence and Theoretical Considerations*. Frankfurt a.M.: Campus.
- Mayntz, Renate, 1988: Zur Entwicklung technischer Infrastruktursysteme. In: Renate Mayntz et al., *Differenzierung und Verselbständigung. Zur Entwicklung gesellschaftlicher Teilsysteme*. Frankfurt a.M.: Campus, 233–259.
- , 1991: Technikentwicklung zwischen Sachzwang, Markt und Politik. In: *MPG-Spiegel* 1991(3), 28–32.
- , 1993: Großtechnische 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 Technical Systems*. Frankfurt a.M.: Campus.
- Mayntz, Renate/Volker Schneider, 1988: The Dynamics of System Development in a Comparative Perspective: Interactive Videotex in Germany, France and Britain. In: Renate Mayntz/Thomas P. Hughes (Hrsg.), *The Development of Large Technical Systems*. Frankfurt a.M.: Campus, 263–298.
- Pinch, Trevor J./Wiebe E. Bijker, 1984: The Social Construction of Facts and Artefacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other. In: *Social Studies of Science* 14, 399–441.
- Resch, Ralf, 1994: Institutioneller Wandel in einem transnationalen großtechnischen System: Der Fall der europäischen Flugsicherung. Dissertation. Köln: Universität zu Köln.
- Robischon, Tobias, 1994a: Die Transformation des Telekommunikationssystems der ehemaligen DDR. Dissertation. Köln: Universität zu Köln.
- , 1994b: Transformation through Integration: The Unification of German Telecommunications. In: Jane Summerton (Hrsg.), *Changing Large Technical Systems*. Boulder, CO: Westview, 119–140.
- Rochlin, Gene, 1994: Broken Plowshare: System Failure and the Nuclear Power Industry. In: Jane Summerton (Hrsg.), *Changing Large Technical Systems*. Boulder, CO: Westview, 231–264.
- Salsbury, Stephen, 1988: The Emergence of an Early Large-Scale Technical System: The American Railroad Network. In: Renate Mayntz/Thomas P. Hughes (Hrsg.), *The Development of Large Technical Systems*. Frankfurt a.M.: Campus/Boulder, CO: Westview, 37–68.
- Scharpf, Fritz W., 1994: Games Real Actors Could Play. Positive and Negative Coordination in Embedded Negotiations. In: *Journal of Theoretical Politics* 6, 27–53.
- Schmidt, Susanne K./Raymund Werle, 1992: The Development of Compatibility Standards in Telecommunications: Conceptual Framework and Theoretical Perspective. In: Meinolf Dierkes/Ute Hoffmann (Hrsg.), *New Technology at the Outset. Social Forces in the Shaping of Technological Innovations*. Frankfurt a.M.: Campus, 301–326.
- , 1994: Koordination und Evolution. Technische Standards im Prozeß der Entwicklung technischer Systeme. In: Werner Rammert/Gotthard Bechmann (Hrsg.), *Technik*

- und Gesellschaft. Jahrbuch 7: *Konstruktion und Evolution von Technik*. Frankfurt a.M.: Campus, 95–126.
- , 1995: Coordinating Technology. Theory and Case Studies of International Standardization in Telecommunications. Manuskript. Köln: MPI für Gesellschaftsforschung.
- Schneider, Volker, 1989: *Technikentwicklung zwischen Politik und Markt. Der Fall Bildschirmtext*. Frankfurt a.M.: Campus.
- , 1991: The Governance of Large Technical Systems: The Case of Telecommunications. In: Todd R. La Porte (Hrsg.), *Responding to Large Technical Systems: Control or Anticipation*. Dordrecht: Kluwer, 18–40.
- , 1994: Multinationals in Transition: Global Technical Integration and the Role of Corporate Telecommunication Networks. In: Jane Summerton (Hrsg.), *Changing Large Technical Systems*. Boulder, CO: Westview, 71–91.
- , 1995: Institutionelle Evolution als politischer Prozeß: Die Entwicklung der Telekommunikation im historischen und internationalen Vergleich. Habilitationsschrift (eingereicht). Mannheim: Universität Mannheim.
- Schneider, Volker et al., 1991: The Dynamics of Videotex Development in Britain, France and Germany: A Cross-national Comparison. In: *European Journal of Communication* 6, 187–212.
- Schneider, Volker/Renate Mayntz, 1995: Akteurzentrierter Institutionalismus in der Technikforschung. Fragestellungen und Erklärungsansätze. In: Jost Halfmann (Hrsg.), *Technik und Gesellschaft*. Jahrbuch 8: *Theoriebausteine der Techniksoziologie*. Frankfurt a.M.: Campus, 107–130.
- Thomas, Frank, 1995: *Telefonieren in Deutschland. Organisatorische, technische und räumliche Entwicklung eines großtechnischen Systems*. Frankfurt a.M.: Campus.
- Werle, Raymund, 1990: *Telekommunikation in der Bundesrepublik: Expansion, Differenzierung, Transformation*. Frankfurt a.M.: Campus.
- Werle, Raymund, 1993: Politische Techniksteuerung durch europäische Standardisierung? In: H. Kubicek/P. Seeger (Hrsg.), *Perspektive Techniksteuerung. Interdisziplinäre Sichtweisen eines Schlüsselproblems entwickelter Industriegesellschaften*. Berlin: Sigma, 129–142.
- Werle, Raymund, 1994: Transformation der Telekommunikation. In: Niels Beckenbach/Werner van Treeck (Hrsg.), *Umbrüche gesellschaftlicher Arbeit*. Soziale Welt, Sonderband 9. Göttingen: Schwarz, 343–358.