



Zeitschrift für Sozialwissenschaften

Journal for Social Science

Revista de Ciencias Sociales

Vol. II, Nr. 1, Art. 2; 15. 05. 2006



Institutionalistische Technikanalyse

Stand und Perspektiven

Análisis institucionalista de la tecnología

Estado de la cuestión y perspectiva

Raymund Werle



Zeitschrift für Sozialwissenschaften - Revista para ciencias sociales

Vol. II; N° 1; 1. Oktober 2006

Technologie und Gesellschaft - Gesellschaft und Technologie.

Tecnología y sociedad - Sociedad y tecnología

ISSN 2013-9160

www.dia-e-logos.eu formerly www.dia-e-logos.com

Institutionalistische Technikanalyse	75
Análisis institucionalista de la tecnología	111

Institutionalistische Technikanalyse

Stand und Perspektiven

Raymund Werle

Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung

Erstveröffentlichung

Werle, Raymund (2003) *Institutionalistische Technikanalyse. Stand und Perspektiven*. Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung. MPIfG Discussion Paper 03/8. Köln. 2003. [ISSN 0944-2073]

Bibliografische Angabe:

Werle, Raymund (2006) *Institutionalistische Technikanalyse. Stand und Perspektiven*. dia-e-logo - Zeitschrift für Sozialwissenschaften. Universidad de Barcelona, Vol. II, Nr. 1; September 2006 [<http://www.dia-e-logos.eu>].

Zusammenfassung: In verschiedenen sozialwissenschaftlichen Teildisziplinen finden sich institutionalistische Ansätze, die die Entstehung, Entwicklung und Ausbreitung von Technik analysieren, ohne dass diese unbedingt den zentralen Fokus der Studien bildet. Die wichtigsten stammen aus dem Bereich der Forschung über nationale Innovationssysteme, der Forschung über die Spielarten des Kapitalismus und der Techniksoziologie. Sie werden in diesem Papier aus techniksoziologischer Perspektive diskutiert. Die Arbeiten bedienen sich oft einfacher Unterscheidungen zwischen bestimmten Typen von Technik oder technischen Innovationen (z.B. radikal/inkrementell). Viele verwenden implizit oder explizit Phasenmodelle technischer Entwicklung. Zudem verzichten sie außer in historischen soziologischen Studien regelmäßig auf detaillierte Beschreibungen einzelner Techniken. Dieses „black-boxing“ kann es erleichtern, generalisierbare Zusammenhänge zwischen institutionellen Konstellationen und technischen Entwicklungen aufzuzeigen. Das ist bisher aber nur selten gelungen, weil – vor allem in der Innovationstheorie, teilweise auch in der Techniksoziologie und am wenigsten noch in den Studien über die Spielarten des Kapitalismus – ein Defizit hinsichtlich der theoretischen Konzeptualisierung von institutionellen Arrangements und deren Veränderung besteht, aber auch weil nur selten Rückwirkungen technischer Veränderungen auf Institutionen in die Untersuchungen einbezogen werden.

1. Zielsetzung¹

Nach einer langen Periode des Technikdeterminismus, in der die Technik vorwiegend als ein die sozialen Verhältnisse prägender unabhängiger (exogener) Einflussfaktor betrachtet wurde, wird sie seit mehr als zwei Jahrzehnten in der Sozialtheorie überwiegend als abhängige Variable behandelt.² Die Genese von Technik und ihre Entwicklungspfade, die Entstehung technischer Innovationen oder die Ausbreitung technischer Infrastrukturen und natürlich die Aneignung und Verwendung von Technik im Alltag sind die erklärungsbedürftigen Phänomene in den meisten Untersuchungen. Die theoretischen Ansätze, die zur Erklärung herangezogen werden, bedienen sich der gesamten Palette des sozialwissenschaftlichen Theoriearsenals.

In diesem Papier werden Ansätze diskutiert, die ein starkes Gewicht auf institutionelle Faktoren bei der Analyse (bestimmter Aspekte) von Technik legen, ohne dass Technik notwendiger Weise immer im Mittelpunkt steht. Im Verhältnis zu den betrachteten institutionellen Konstellationen ist Technik allerdings in der Regel abhängige Variable. Ihre Rolle als unabhängige Variable, die die Entwicklung von Institutionen beeinflussen kann, wird nur selten und dann eher in wenig detaillierter Form untersucht. Institutionalistische Technikanalyse meint hier also ganz überwiegend Studien, die sich institutioneller Variablen bedienen, um technischen Wandel zu erklären, und in aller Regel nicht Forschung über die Rolle von Technik in Prozessen institutionellen Wandels. Im Vordergrund der Betrachtung steht die Frage, wie und mit welchem Ergebnis in den unterschiedlichen Arbeiten Technik konzeptualisiert und ihre Entstehung und Entwicklung analysiert wird. Drei Forschungsrichtungen werden einbezogen, ohne dass jedoch ein systematischer Vergleich angestrebt ist: Die Forschung über nationale Innovationssysteme als innovationstheoretischer Institutionalismus, die neuere Forschung zu den Spielarten des Kapitalismus, die hier als politökonomischer Institutionalismus bezeichnet wird, und die breitere Richtung des neuen Institutionalismus, die, soweit es in diesem Kontext um Technik geht, techniksoziologischer Institutionalismus genannt wird. Die zu diskutierenden Studien verfolgen nicht immer das primäre Ziel, die Entstehung und Entwicklung von Technik zu analysieren. Am wenigsten ist dies in den Untersuchungen zu den Spielarten des Kapitalismus der Fall. Technik stellt jedoch jeweils ein wichtiges Element in einem Komplex von Variablen dar, wobei der gemeinsame Fokus im Wesentlichen auf technischen *Innovationen* und der Frage liegt, welche Innovationen unter welchen Bedingungen sich durchsetzen oder auch scheitern. Ähnlich wie sie das Interesse an technischen *Innovationen* teilen, ist den zu diskutierenden Arbeiten prinzipiell auch das Verständnis von *Institutionen* gemeinsam. Auch wenn sich der Grad der Differenziertheit

¹ Für sehr hilfreiche kritische Anmerkungen danke ich Knut Lange, Renate Mayntz und Arndt Sorge.

² In Deutschland war es Burkhard Lutz, der auf dem Hamburger Soziologentag 1986 das Ende des Technikdeterminismus verkündete (Lutz 1987).

der Verwendung des Konzepts von Studie zu Studie unterscheidet, sind die konzeptionellen Unterschiede lediglich gradueller Natur.

2. Innovationstheoretischer Institutionalismus

In einem ausführlichen Artikel hat Giovanni Dosi 1988 erstmals den Versuch unternommen, die Perspektiven und Resultate neuerer überwiegend ökonomischer, aber nicht neoklassisch, sondern eher institutionalistisch orientierter Arbeiten zu den Determinanten und Effekten von Innovationen zusammenfassend zu diskutieren. Seine Ausführungen zeigen die unterschiedlichen Versuche, technische Innovationen zu endogenisieren (Dosi 1988: 1120 f.). Dabei ist das Hauptaugenmerk der institutionalistischen Arbeiten auf national spezifische institutionelle Konstellationen bzw. Systeme als Einflussfaktoren gerichtet.

Dosi stellt einen generellen Zusammenhang her zwischen einem angenommenen technologischen Möglichkeitsraum (notional technological opportunities), den Anreizen und charakteristischen Merkmalen des Suchprozesses nach Innovationen innerhalb dieses Möglichkeitsraumes, der Rolle von Marktfaktoren bei der Bereitstellung von Ressourcen und der konkreten Ausrichtung dieses Prozesses sowie schließlich den Auswirkungen der Innovationen auf industrielle Strukturen und ökonomische Leistungsfähigkeit (Dosi 1988: 1120 f.). Technische Innovationen bieten in dieser Perspektive Problemlösungen, die gleichzeitig kostengünstig und vermarktungsfähig sein müssen. Innovationen sind nicht notwendig im engeren Sinne Wissenschaft basiert. Bei ihrer Entstehung spielt neben formalem wissenschaftlichen Wissen individuelles und kollektives Erfahrungswissen eine große Rolle, das aus dem Umgang mit und dem Gebrauch von technischen Artefakten resultiert und oft eher informell und implizit bleibt (tacit knowledge im Sinne von Polanyi). Auch die Definitionen der Probleme, zu deren Lösung man nach Innovationen sucht, sind häufig nicht explizit oder bleiben diffus. Entsprechend haftet Innovationen regelmäßig etwas Zufälliges und Unerwartetes an, auch wenn sie sich im Rahmen eines bestimmbar technischen Entwicklungspfades bewegen.

Die wichtigsten Akteure im Prozess der Suche nach ökonomisch verwertbaren technischen Innovationen sind Firmen, die regelmäßig ihren technischen Grundstock verbessern und diversifizieren wollen. Der Prozess ist kumulativ und baut auf dem der Firma verfügbaren technischen Wissen auf. Dosi betont die Ähnlichkeit der Suchprozeduren in Technik und Wissenschaft, weshalb er den Begriff des technologischen Paradigmas einführt, der demjenigen des wissenschaftlichen Paradigmas analog ist (Dosi 1988: 1127). Das technologische Paradigma definiert einen Suchmodus und relevante Wissensbestände, die teils den Charakter öffentlicher und teils denjenigen privater Güter haben. Es stiftet ökonomischen Nutzen, reproduziert und stabilisiert sich institutionell im Zeitablauf und konstituiert so den Entwicklungspfad von

technischen Innovationen. Die Vorstellung der Existenz bestimmter Pfade technischer Entwicklung wird von vielen Autoren geteilt. Sie impliziert, dass der technische Fortschritt überwiegend in „normalen“ Bahnen innerhalb der Grenzen eines technologischen Paradigmas verläuft und nur selten einen „extraordinären“ Weg beschreitet, der mit der Herausbildung eines neuen Paradigmas verbunden ist (Dosi 1988: 1142). Solche neuen Paradigmen entstehen in der Regel im Zusammenhang mit größeren wissenschaftlichen Durchbrüchen. Allerdings beeinflusst nicht nur die Wissenschaft die Technik, sondern es gehen umgekehrt von der technischen Entwicklung auch Einflüsse auf die Wissenschaft aus (Dosi 1988: 1136).

Die Suche nach Neuem gehört zu den Organisationsroutinen von Unternehmen. Zusätzliche Anreize für diese Suche können sich aus spezifischen Marktstimuli (market pull) und den Bedingungen für die Aneignung (appropriability conditions) von Innovationen (Patentierbarkeit etc.) ergeben (Dosi 1988: 1141). Welche Faktoren jeweils konkrete Innovationen stimulieren und induzieren, aber auch behindern und verhindern, hängt von der Art der Technik und dem ökonomischen und institutionellen Kontext ab. Es sind also keineswegs immer oder auch nur in erster Linie Marktfaktoren (Dosi 1982). Einige dieser anderen Faktoren variieren nach Sektoren, insgesamt sind es aber die vielgestaltigen institutionellen Strukturen der kapitalistischen Nationalstaaten, die in je spezifischer Weise die Form und die Geschwindigkeit des technischen Fortschritts bestimmen (Dosi 1988: 1148).

Am Ende seiner gründlichen Analyse der Literatur verweist Dosi auf die erheblichen Unterschiede, die zwischen den detaillierten Fall bezogenen Studien der Wirtschaftshistoriker und der Technikforscher einerseits und den beschränkten Konzeptionen von Technik in der an generalisierenden Aussagen orientierten ökonomischen Theorie andererseits bestehen (Dosi 1988: 1164). Er selbst benutzt ebenfalls diese beschränkte Konzeption, die sogar in seiner umfangreichen Studie über die Halbleiterindustrie (Dosi 1984) über eine typologische Unterscheidung bestimmter elektrischer und elektronischer Komponenten nicht hinaus geht. In dieser Studie vergleicht er zwar die Entwicklung der Halbleiterindustrie in verschiedenen Ländern und betont auch etwa die wichtige Bedeutung des Militärs in den USA oder der Technologiepolitik in Japan, doch richtet sich sein Blick nicht auf umfassendere nationale institutionelle Konstellationen.

Diese neue Perspektive kristallisiert sich erst allmählich in den 1980er Jahren heraus. Unter der gemeinsamen Überschrift National Systems of Innovation (NSI) lassen sich diejenigen Studien zusammenfassen, die die Unterschiede zwischen Staaten im Hinblick auf ihre Innovationsfähigkeit analysieren. Im Mittelpunkt stehen Produkt- und Prozessinnovationen in Technologie basierten Industrien. Die Erfindung, vor allem aber die Ausbreitung, von Neuerungen wird nicht als einmaliger Akt, sondern als ein Prozess betrachtet, der (auch) durch institutionelle Konstellationen und Strukturen geformt wird und sich deshalb von Land zu Land unterscheidet. Mit dieser Sichtweise profiliert sich der NSI-Ansatz eindeutig gegenüber neoklassischen ökonomischen Ansätzen, ohne selber jedoch ein konsistentes theoretisches Profil

aufweisen zu können. Auch wenn gelegentlich zusätzlich organisatorische und institutionelle Innovationen analysiert werden, bilden technische Neuerungen als wichtigste Komponente des Konzepts der Innovation den gemeinsamen zentralen Fokus der meisten Studien, wobei sowohl die Entstehung bzw. Einführung als auch die Ausbreitung und Nutzung neuer Technologien interessiert (Carlsson et al. 2002). Übereinstimmend betonen die Arbeiten die zentrale Bedeutung der Institutionen als Einflussfaktoren von Innovationen (Edquist 1997). Wegen dieser Ausrichtung auf Institutionen und technische Innovationen lässt sich der NSI-Ansatz als eine Variante institutionalistischer Technikanalyse betrachten. Aus dieser Perspektive interessiert besonders die Art des postulierten Zusammenhangs von Institution und Technik.

Die NSI-Forschung hatte nicht zufällig ihren Ausgangspunkt in den 1980er Jahren. In dieser Dekade schien es so, als würden die USA ihre ökonomische Vorrangstellung an Japan verlieren. Auf der Suche nach den Gründen für diese Entwicklung rückt die technische Innovationsfähigkeit in das Zentrum der Aufmerksamkeit, wobei im Allgemeinen unter Berufung auf Schumpeter unterstellt wird, dass technische Innovationen die ökonomische Leistungsfähigkeit und das Wachstum einer Volkswirtschaft fördern. Institutionelle Variablen werden als wichtige Einflussfaktoren der Innovationsfähigkeit betrachtet. Die Pionierarbeiten in diesem Bereich – die Studien von Freeman (1987; 1988) und Nelson (1988) – verwenden allerdings einen unklaren und eher extensiven Institutionenbegriff.

Freeman (1987: 1) definiert NSI als „the network of institutions in the public and private sectors whose activities and interactions initiate, import, modify and diffuse new technologies“. In seiner Analyse des japanischen Innovationssystems betrachtet er in erster Linie die Industriestruktur, das Bildungs- und Ausbildungssystem, die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der Unternehmen und die Politik des MITI (Ministry of International Trade and Industry), das sich an langfristigen strategischen Zielen orientiert. Allerdings wird deutlich, dass der Blick auf die institutionellen Strukturen nicht so sehr dazu dient herauszufinden, ob und wie sie Innovationen hervorbringen, sondern eher dazu zu beurteilen, inwieweit sie flexibel und angemessen mit (autonomen) Innovationen umgehen können und es so ermöglichen, einen ökonomischen Nutzen aus diesen zu ziehen. Letztlich bedarf es der Kompatibilität („match“) von Technologien und institutionellen Strukturen, damit Innovationen entstehen und/oder sich rasch ausbreiten können, wobei die institutionelle Anpassungsfähigkeit implizit eher niedrig eingeschätzt und Technik nicht als im engeren Sinne verursachender Faktor institutionellen Wandels angesehen wird.

In Abgrenzung von der neo-klassischen ökonomischen Theorie, die die Technik als eine „black box“ behandelt (Rosenberg 1985), führen Freeman und Perez (1988: 45-47) eine Taxonomie von vier unterschiedlich weit gehenden Typen technischer Innovationen ein.

Incremental innovations: Mehr oder weniger kontinuierlich auftretende Neuerungen und Verbesserungen innerhalb einer technischen Entwicklungslinie oft als Ergebnis eines „learning by doing“ oder „learning by using“ Prozesses.

Radical innovations: Diskontinuierliche technische Erfindungen, die außerhalb gegebener Entwicklungslinien oft als Resultat bewusster Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen in Unternehmen, Universitäten oder öffentlichen Forschungslabors entstehen (z.B. Kernenergie).

Changes of „technology system“: Ein weit reichender technischer Wandel, der oft mehrere Branchen berührt oder die Entstehung einer neuen Branche bewirkt. Er basiert auf einer Kombination radikaler und inkrementeller Innovationen (z.B. gleichzeitige Innovationen bei synthetischen Materialien, in der Petrochemie, bei Maschinen zum Formen von Plastik und im Anwendungsbereich).

Changes in „techno-economic-paradigm“: Revolutionäre technische Veränderungen verbunden mit radikalen und inkrementellen Innovationen in vielen Technikbereichen üben einen durchgreifenden Veränderungsdruck auf die gesamte Volkswirtschaft aus. Neue Produkte und Dienstleistungen, neue Produktionssysteme, Branchen und Industriestrukturen entstehen nahezu gleichzeitig und etablieren ein „technologisches Regime“ mit einer charakteristischen institutionellen Struktur, das über Jahrzehnte dominant bleibt und sich nur in langen Zyklen (Kondratieff Wellen) ändert.

Im Falle eines völlig neuen „techno-economic paradigm“, das im Wesentlichen das Ergebnis technischer Revolutionen ist, entstehen also auch neue institutionelle Arrangements.³ Hier kann die Flexibilität und Anpassungsfähigkeit hergebrachter Institutionen zwar noch die Diffusionschancen radikaler technischer Neuerungen beeinflussen, letztlich müssen sich die Institutionen aber in ein neues Regime einpassen. Dies ist jedoch eindeutig die historische Ausnahme. In der Regel sind die Institutionen relativ resistent gegen Veränderungen und in diesem Sinne Teil der selektiven Umwelt, die letztlich über das Schicksal von Technik entscheidet.⁴

Freemans Hauptinteresse gilt den langfristigen technischen Entwicklungen und den in langen Zeitabständen auftretenden technologischen Revolutionen, die die soeben skizzierten Änderungen techno-ökonomischer Paradigmen verursachen und lange Wellen ökonomischen Wachstums auslösen können (siehe speziell Freeman und Louçã 2002: 139-151). Dies geht ebenso auf Kosten einer detaillierten Betrachtung einzelner technischer Entwicklungsschritte und ihrer Beeinflussung durch historisch spezifische institutionelle Konstellationen, wie es umgekehrt den konkreten Einfluss einzelner technischer Innovationen auf den Wandel spezifischer institutioneller Komponenten vernachlässigt.

Die sich bei Freeman abzeichnenden Konturen einer evolutionären Theorie technischer Innovationen werden in den Arbeiten von Nelson etwas klarer ausgefüllt (Nelson und Winter 1982; Nelson 1987). Generell sind das kapitalistische Profitmotiv,

³ Diese Sichtweise wird von McKelvey (1991) als technikdeterministisch kritisiert. Zweifellos hat Technik hier eher den Status einer unabhängigen denn einer abhängigen Variablen.

⁴ Vgl. den Überblick zum Verhältnis von Institutionen, institutionellem Wandel und technischen Neuerungen bei Edquist und Johnson (1997: 51-58).

der Wettbewerb verschiedener Innovationsquellen und die Marktselektion die konstitutiven Elemente des technischen Evolutionsprozesses. Die konkreten nationalen Innovationssysteme bestehen aus einer Vielzahl institutioneller Akteure, zu denen Nelson in erster Linie Firmen und industrielle Forschungseinrichtungen, aber auch Forschungs-Universitäten, öffentliche und private Organisationen beruflicher Bildung sowie Regierungsagenturen mit ihren (nicht zuletzt auch militärischen) Programmen der Technologieförderung und ihrer Industriepolitik zählt. Diese Akteure, ihre Strategien und ihre Beziehungen zueinander unterscheiden sich von Land zu Land (Nelson 1988; Nelson 1993; Nelson und Rosenberg 1993). Dies gilt auch für die institutionellen Regeln und die Mechanismen der Aneignung und Sicherung der Innovationsgewinne wie etwa das Patentrecht. In ihrer Gesamtheit bieten die Präferenzen, Interessen und Strategien der Akteure und die sie einbettenden institutionellen Regeln die Erklärung dafür, dass Innovationen in manchen Ländern häufiger entstehen als in anderen. In dem einfachen evolutionistischen Schema von Variation und Selektion sind es die Akteure, die den technischen Wandel vorantreiben, indem sie Neues (Variation) erzeugen. Eine zentrale Rolle spielen hier die Unternehmen mit ihren Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten, die in großen Labors organisiert sein können, oft aber auch in weniger stark ausdifferenzierter Form sehr produktionsnah stattfinden (Nelson und Rosenberg 1993). Die Gesamtheit (Population) der relevanten Akteure bildet gleichzeitig zusammen mit dem Set relevanter Institutionen auch das „selective environment“, das – letztlich wirksam über die Marktnachfrage – über den Erfolg und den Misserfolg von Innovationen entscheidet (Nelson und Winter 1977; siehe auch Schmidt und Werle 1994).

Besonders in den USA lassen sich deutliche Komplementaritäten zwischen der Industrieforschung und der Forschung an den Universitäten feststellen, wobei auch das historisch gewachsene stark differenzierte System der (öffentlichen) Forschungsförderung⁵ als dritte Säule des Innovationsprozesses eine wichtige Rolle spielt (vgl. Mowery 1994: 79-106; auch Riccaboni et al. 2003).⁶ Allerdings sind diese Komplementaritäten nicht in allen technischen Sektoren gleichermaßen prägnant und mittelfristig durchaus prekär (Rosenberg und Nelson 1994). Ebenfalls speziell in den USA treiben auch viele neue mit Risikokapital finanzierte Firmen den Innovationsprozess voran, wobei die Firmengründer oft die großen Forschungslabors der Universitäten und Großunternehmen verlassen haben, um Erfindungen schneller kommerzialisieren zu können (Mowery und Rosenberg 1993). Dies wurde durch ein bis in die frühen 1980er Jahre „relatively permissive intellectual property regime“ begünstigt, welches in der Folgezeit jedoch rigider wurde (Mowery und Rosenberg 1993: 49, 57 ff.).

In den zahlreichen von Nelson und seinen Kollegen durchgeführten bzw. von ihm inspirierten Untersuchungen werden Innovationsfähigkeit und Innovationsaktivitäten hauptsächlich über die Ausgaben für Forschung und Entwicklung und über Patente bzw.

⁵ Die Systeme haben sich national sehr unterschiedlich entwickelt (vgl. Braun 1997).

⁶ Der öffentlichen Forschungsförderung wird sogar die entscheidende Rolle bei der „Computerrevolution“ zugeschrieben (CSTB 1999).

Patentanmeldungen gemessen. Gelegentlich wird auch die Import-Export Bilanz der Hightech Industrien einbezogen. Die Indikatoren werden nach Wirtschaftssektoren und auch danach differenziert, ob private oder öffentliche, nicht militärische oder militärische oder auch universitäre oder außeruniversitäre Einrichtungen beteiligt sind. Systematische Ländervergleiche nimmt Nelson nicht vor, obwohl er Anfang der 1990er Jahre 15 Länder hat untersuchen lassen. Außer der Feststellung, dass starke, kompetente Firmen die wichtigste Voraussetzung für eine innovative prosperierende Wirtschaft sind, finden sich daher auch kaum generalisierende Befunde. Allerdings wird deutlich, dass der Versuch eines Landes, institutionelle Faktoren eines anderen in einem bestimmten Bereich besonders erfolgreichen Landes zu kopieren, wegen der Vielschichtigkeit und Komplexität der Innovationssysteme kaum Erfolg verspricht (Nelson 1993).

Die in unserem Zusammenhang besonders interessierende Frage, wie institutionelle Variablen konkret technische Innovationen oder die Entwicklung von Technik beeinflussen, bleibt schon deshalb weitgehend unbeantwortet, weil die Technik nicht differenziert analysiert wird. Technische Entwicklungen werden lediglich danach unterschieden, ob in ihrem Verlauf (radikal) Neues entsteht oder ob Bestehendes (inkrementell) weiter entwickelt wird.

Auch die umfangreiche Studie von Michael Porter (1990), in der zehn wichtige Industrieländer im Hinblick auf ihre Wettbewerbsfähigkeit untersucht werden, streift den Zusammenhang zwischen institutionellen Faktoren und technischer Entwicklung nur, obwohl den Technologie intensiven Industrien eine herausragende Bedeutung im Wettbewerb der Ökonomien zugemessen wird. Neben den Strategien und Strukturen der einzelnen Unternehmen spielt die national spezifische Clusterung in bestimmten Produktbereichen mit aufeinander bezogenen komplementären Firmenstrategien und Produktionsprozessen eine wichtige Rolle für die Wettbewerbsfähigkeit. Im Zusammenhang der Diskussion über nationale Innovationssysteme ist Porters Arbeit vor allem deshalb wichtig, weil er ganz explizit argumentiert, dass Länder die Bedingungen, die ihre Wettbewerbsfähigkeit bestimmen, teilweise selbst geschaffen haben bzw. schaffen können (vgl. auch Pavitt und Patel 1999). Zu diesen Bedingungen zählen die wissenschaftliche Infrastruktur und das System der Qualifizierung der Beschäftigten, denen die für die relevanten Industrien wichtigen Fähigkeiten und Kenntnisse vermittelt werden müssen. Neben diesen Angebotsfaktoren ist die Nachfrage auf den nationalen Märkten (eher qualitativ als quantitativ) wichtig, wobei auch hier nationale Regierungen Einfluss nehmen können. Sie können qualitativ hochwertige Produkte nachfragen, hohe Qualitäts- und Umweltstandards (als Regulierer) setzen und den Wettbewerb fördern.

Ohne die Rolle der Regierungen allzu stark zu betonen, hebt Porter die Bedeutung ihrer Politik in denjenigen Bereichen hervor, die die Produktivität von Kapital und Arbeit beeinflussen (Porter 1990: 617 ff.). Die Betrachtung bewegt sich eher auf der Ebene der konkreten politischen Maßnahmen und Strategien als der institutionellen Strukturen. Entsprechend werden direkte Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen nationalen

Institutionen und der technischen Entwicklung nur ganz vereinzelt analysiert. Auch fehlt eine detaillierte Analyse der Technik. Die zahlreichen Übersichten über die international kompetitiven Sektoren der verschiedenen Länder lassen zwar immer wieder Clusterungen in im Allgemeinen technisch geprägten Produktbereichen erkennen, doch geben sie keine Auskunft über technische Entwicklungslinien und konkrete Komplementaritäten.

Eine weitere Variante des NSI-Ansatzes hat Lundvall entwickelt, der stärker als die vorgenannten Autoren den Innovationsprozess als einen kumulativen, interaktiven und kontinuierlichen Prozess des Lernens betrachtet (Lundvall et al. 2002). Danach sind die Interaktionen zwischen Firmen und mehr noch diejenigen zwischen Produzenten und Nutzern von Technik vor allem im Hinblick auf die inkrementelle Weiterentwicklung und Diffusion einer Neuerung von entscheidender Bedeutung (Lundvall 1992). Die historisch gewachsene Wirtschaftsstruktur einschließlich der industriellen Beziehungen und die organisatorisch-institutionelle Struktur (z.B. in der Forschung und Entwicklung) der Nationen charakterisieren ihre jeweiligen Innovationssysteme (Edquist und Lundvall 1993). Im Hinblick auf technische Neuerungen unterscheidet Lundvall Prozessinnovationen und Produktinnovationen. Allerdings konzentriert er sich insgesamt weniger als die vorgenannten Autoren auf Technik. Er bezieht vielmehr organisatorische Veränderungen von Unternehmen oder auch institutionellen Wandel in sein weites Innovationskonzept mit ein. Gleichzeitig betont er, dass für die ökonomische Leistungsfähigkeit eines Landes weniger die Fähigkeit, radikal Neues hervorzubringen, als die Kapazität wichtig ist, Neuerungen zu absorbieren, zu verbreiten und inkrementell weiter zu entwickeln. Hier ergeben sich aus seiner Sicht auch Ansätze für Erfolg versprechende innovationspolitische Interventionen (Lundvall und Borrás 1999).

Im Spannungsfeld der hier dargestellten Ansätze und Perspektiven bewegt sich eine größere Zahl von Studien, die dem Zusammenhang von institutionellen Konstellationen und technischen Innovationen nachgehen. Auch wenn die Liste relevanter institutioneller Faktoren enumerativ bleibt, gelingt es den Arbeiten zu zeigen, dass die Firmen als die zentralen Agenten der Innovation in der Regel fest in nationalen Institutionensystemen verankert sind und hieraus Vorteile ziehen, was insgesamt zu einer Stabilisierung dieser Systeme beiträgt. Gleichzeitig führt dies dazu, dass Länder in bestimmten Technologien und Sektoren stark und in anderen schwach sind. Es entwickeln sich Komplementaritäten zwischen wissenschaftlicher Forschung an Universitäten und öffentlichen Forschungseinrichtungen, Forschung und Entwicklung in Unternehmen, strategischen Kooperationsnetzen, staatlicher Technologie- und Industriepolitik und anderen Faktoren mit der Folge einer ausgeprägten sektoralen Spezialisierung (Archibugi und Pianta 1992; 1993; auch Guerrieri 1999). Die unterschiedliche Innovationsoffenheit einzelner Sektoren hat zudem Untersuchungen angeregt, die weniger die nationalen als die sektoralen technikbezogenen institutionellen Differenzen betonen und deshalb von sektoralen Innovationssystemen

oder auch technologischen Systemen sprechen (Carlsson 1994; Carlsson und Jacobsson 1994; Dodgson und Rothwell 1994: Part 2; Breschi und Malerba 1997).⁷

Beide Ansätze – die der sektoralen und die der nationalen Innovationssysteme – koexistieren inzwischen, was seinen sichtbaren Ausdruck in einer neueren Publikation findet, die Richard Nelson und Kollegen herausgegeben haben (Steil, Victor und Nelson (Hrsg.) 2002). Sie enthält neben auf neun Länder bezogenen „Country Studies“ auch neun Sektoren umfassende „Industry Studies“, wobei die betrachteten Sektoren nicht in jedem Fall technisch geprägt sind (vgl. auch Mowery und Nelson (Hrsg.) 1999).⁸

Auch in den neueren in dieser Publikation versammelten Untersuchungen ist das Konzept des nationalen Innovationssystems enumerativ, und es bleibt offen, was das Systemische an dem Innovationssystem ist, das die Herausgeber definieren als „the cluster of institutions, policies, and practices that determine an industry's or nation's capacity to generate and apply innovations“ (Steil, Victor und Nelson 2002: 3). Erneut werden als die wichtigsten Quellen der Innovation die nur teilweise vom Fortschritt in der wissenschaftlichen Grundlagenforschung abhängenden grundsätzlichen technischen Möglichkeiten (technological opportunity), die Größe der Märkte, die Möglichkeiten der eigentumsrechtlichen Aneignung (appropriability) neuer Erfindungen und Entwicklungen, die Struktur des jeweiligen Sektors sowie die Investitionen in öffentlich verfügbares Wissen und in die dieses Wissen produzierenden Einrichtungen genannt (Steil, Victor und Nelson (Hrsg.) 2002). Ein gewisses Maß an Konvergenz der nationalen Innovationssysteme in Richtung auf eine stärkere Marktorientierung und der Verzicht der Regierungen auf explizite Industriepolitik werden als ein wichtiges Ergebnis der Länderstudien herausgestellt. Dennoch weisen die nationalen Unterschiede eine bemerkenswerte Beständigkeit auf. Weiterhin spielen die Regierungen eine wichtige Rolle als Katalysatoren von Innovationen und deren Verbreitung in der Wirtschaft. Diese Rolle betrifft die Wettbewerbspolitik, den direkten und indirekten Einfluss auf die Finanzierung von Innovationen bzw. innovativen Unternehmen und die Politik zum Schutze des geistigen Eigentums – Politikbereiche, die auch maßgeblich die Bedingungen des Erfolgs oder Misserfolgs der Unternehmen in der „New Economy“ prägen (Steil, Victor und Nelson 2002: 19-22).⁹

In den verschiedenen Beiträgen kommt eine gewisse Stagnation in der Erforschung nationaler Innovationssysteme zum Ausdruck, die weniger die empirische als die

⁷ Daneben gibt es noch die Untersuchungen über regionale Innovationssysteme und industrielle Distrikte (klassisch: Piore und Sabel 1984). Ihr Technikbezug ist aber von Ausnahmen abgesehen (Braczyk, Fuchs und Wolf (Hrsg.) 1999; Fuchs (Hrsg.) 2003) noch deutlich schwächer ausgeprägt als in den Arbeiten über nationale Innovationssysteme. Die größte Aufmerksamkeit unter den Regionen hat das Silicon Valley gefunden, das als eine einzigartige, kaum reproduzierbare, Konstellation von institutionellen Faktoren und daraus resultierenden Dynamiken erscheint (Saxenian 1994; Kenney 2000).

⁸ Diese neuen Studien sind jetzt nicht mehr vor dem Hintergrund der amerikanischen Krise und des ökonomischen Aufschwungs Japans, sondern mit Blick auf die herausragende Performanz der US Wirtschaft in den 1990er Jahren entstanden.

⁹ Die „New Economy“ als informationstechnisch geprägter Sektor ist gekennzeichnet durch: significant economies of scale, network externalities, complementarity and standardization, switching costs und intellectual property as a principal output (Steil, Victor und Nelson 2002:19).

theoretische Seite dieses Ansatzes betrifft.¹⁰ In einem kurzen Resümee der einschlägigen Studien betont Dosi Ende des letzten Jahrzehnts, dass er eher Fragen stellen muss als Antworten geben zu können (Dosi 1999: 35). Er verweist auf ungelöste Problemen der Vermittlung zwischen Mikro- und Makroebene und auch auf einen Mangel an Studien, welche die Vermittlungsprozesse zwischen den Ebenen untersuchen (vgl. auch (Carlsson et al. 2002). Zudem stünden immer noch verschiedene sich teilweise überlappende komplementäre Ansätze nebeneinander. Schließlich stellt er fest: „a lot needs to be done to understand in greater detail the co-evolution between technologies and business organizations“ (Dosi 1999: 41). Während er auf einige Merkmale der Business Organizations Bezug nimmt, behandelt Dosi in seinem Aufsatz die Technik allerdings praktisch gar nicht. Innovationen und Innovationsfähigkeit bezieht er vielmehr abstrakt auf die Produktion, Absorption und Diffusion neuen Wissens sowie auf die produktive Nutzung dieses Wissens.

Die Situation ist paradox. Einerseits gerät Technik zunehmend aus dem Blick der Forschung über nationale Innovationssysteme, andererseits sind zumeist technische Innovationen gemeint, wenn die Rede ist von Neuerungen, deren Entwicklung durch die verschiedenen nationalen institutionellen Konstellationen gefördert oder behindert wird. Teilweise werden lediglich Inputfaktoren für Innovationen wie die öffentlichen und privaten Aufwendungen für Forschung und Entwicklung betrachtet.¹¹ Auf der Outputseite erfasst man oft nur, wie häufig oder selten Neues entsteht, gemessen etwa an der Zahl der Patente.¹² Im Allgemeinen wird die Technik nur mit einfachen summarischen Kategorien analysiert. Am häufigsten findet sich die Unterscheidung zwischen radikalen (auch extraordinären) und inkrementellen (auch normalen) technischen Innovationen sowie zwischen Produkt- und Prozessinnovationen. Das Konzept technischer Innovationen wurde nicht weiter entwickelt und differenziert. Vielmehr hat sich speziell in Europa das Interesse zunehmend der Produktion von Wissen (Knowledge) in der Annahme zugewandt, dass dies der für die Wettbewerbsfähigkeit einer Wirtschaft entscheidende Faktor ist. Auch der Begriff der Institution wurde nicht theoretisch anschlussfähig entfaltet. Sein Gebrauch blieb expansiv und wenig konsistent.

¹⁰ Allerdings betonen neuere stärker als die älteren Studien die Veränderbarkeit institutioneller Konstellationen. Zudem widmen sie der Verschränkung nationaler mit supranationalen Institutionen, in Europa speziell der Mitgliedstaaten mit der Europäischen Union, größere Aufmerksamkeit (vgl. Behrens 2000; 2002).

¹¹ Hierüber führen sowohl die OECD als auch die EU Statistiken:
OECD: Basic Science and Technology Statistics ><http://www1.oecd.org/dsti/sti/stat-ana/index.htm><
EU: European Innovation Scoreboard ><http://trendchart.cordis.lu/Scoreboard/scoreboard.htm><.

¹² Sie werden ebenfalls im European Innovation Scoreboard erfasst.

3. Politökonomischer Institutionalismus

Eine zentrale Schwäche der Arbeiten über nationale Innovationssysteme liegt in dem Mangel an einem theoretisch anschlussfähigen Konzept von Institutionen. Es werden Institutionen und institutionelle Konstellationen nebeneinander gestellt, ohne dass geprüft wird, ob und wie die institutionellen Komponenten aufeinander bezogen sind. Explizit kritisiert dies Rogers Hollingsworth, der auch darauf verweist, dass im Grunde kein Mangel, sondern eher ein Überangebot an institutionalistischen Ansätzen existiert. Mit Blick auf eine Theorie der Innovation argumentiert er: „before we can understand how the institutional configuration of a society influences its style of innovativeness, we must first identify the various components of the institutional makeup of a society and understand how these components are related to each other“ (Hollingsworth 2000: 596). Schließlich schlägt der Autor eine Analysestrategie vor, die fünf miteinander verbundene Ebenen unterscheidet (Hollingsworth 2000: 601):

1. „Institutions“ (gesellschaftliche Normen, Regeln, Konventionen, Werte)
2. „Institutional arrangements“ (Märkte, Staaten, Hierarchien, Netzwerke, Verbände)
3. „Institutional sectors“ (Finanzsektor, Ausbildungssektor, Forschungssystem, Rechtssystem)
4. „Organizations“ (Organisationsnormen, Kontrollstruktur, Arbeitsteilung)
5. „Outputs and performance“ (Produkte, Entscheidungen, Strategien).

Einzelheiten brauchen hier nicht zu interessieren, weil auch die von Hollingsworth vorgeschlagene Strategie nicht zu einer kohärenten institutionellen Theorie führt. Allerdings bietet die Strategie eine nützliche Heuristik, die es auch ermöglicht präziser zu verorten, auf welcher Ebene sich einzelne Studien bewegen.

Hollingsworth betont den engen Zusammenhang der oberen drei Ebenen, die gemeinsam in unterschiedlichen Kombinationen jeweils ein ganz konkretes soziales Produktionssystem („social system of production“) bilden, das dann auch auf der Organisationsebene der Produktion und im Hinblick auf den Typus der hergestellten Produkte eine spezifische Ausprägung aufweist (Hollingsworth 2000: 613-619; auch Hollingsworth und Boyer 1997). Die sozialen Produktionssysteme sind national unterschiedlich, weisen aber immer eine gewisse interne Kohärenz auf, auch wenn sie innerhalb eines Landes weiter differenziert sein können. Ihre Komponenten sind oftmals interdependent und komplementär.

Das soziale Produktionssystem einer Gesellschaft und die Struktur und Kultur der relevanten Organisationen (speziell Firmen und Forschungseinrichtungen) prägen, was Hollingsworth den „Innovationsstil“ einer Gesellschaft nennt. Danach können Gesellschaften hoch innovativ oder wenig innovativ sein, die Innovationen können inkrementeller oder radikaler Art sein und sie können sich auf neu entstehende Hightech Sektoren oder auf bereits länger existierende reife Industrien konzentrieren. Während Deutschland in Sektoren wie der Chemie, der Elektrotechnik, dem Maschinenbau oder

dem Fahrzeugbau sehr erfolgreich inkrementell innoviert, weist Amerika eher radikale Innovationskraft auf. In neuen Industrien wie der Elektronik oder der Biotechnologie werden in den USA in kurzer Zeit völlig neue komplexe Produkte mit oft kurzer Lebensdauer entwickelt (Hollingsworth 2000: 626-633). Die für die beiden sozialen Produktionssysteme typischen Differenzen in den Unternehmensstrukturen, den industriellen Beziehungen, dem System der beruflichen Bildung, den Finanzmärkten und dem universitären Forschungssystem sind für die unterschiedlichen Innovationsmuster Ausschlag gebend.

Damit bezieht sich Hollingsworth explizit auf einen Satz von Variablen, die in der neueren politökonomischen Forschung über die Spielarten des Kapitalismus (Varieties of Capitalism (VoC)) eine große Rolle spielen. Diese Forschung setzte ähnlich wie die Studien über die nationalen Innovationssysteme in den 1980er Jahren ein, als zunächst noch die ausgebauten Wohlfahrtsstaaten wie Schweden, Deutschland oder Österreich und dann Japan eine im Vergleich mit den USA größere ökonomische Leistungsfähigkeit aufwiesen, um dann in einer Periode relativer Stagnation wieder deutlich hinter die USA zurück zu fallen, die während der 1990er Jahre hohe Wachstumsraten des Bruttoinlandsprodukts und eine niedrige Arbeitslosigkeit aufweisen konnten. Die auffälligen Performanzunterschiede nationaler Ökonomien einschließlich der unterschiedlichen Fähigkeit, ökonomische Krisen zu überwinden, wurden nicht mehr nur als Ergebnis mehr oder weniger erfolgreicher wirtschaftspolitischer Strategien interpretiert, sondern auch auf politisch-institutionelle Faktoren – auf unterschiedliche Organisationsformen bzw. Spielarten des Kapitalismus – zurück geführt (Kittel 2003).

Im Einzelfall ist die Differenzierung von Untersuchungen danach, ob sie der NSI-Richtung oder der VoC-Richtung zuzurechnen sind, fast unmöglich. Auch die Studien, die die Spielarten des Kapitalismus betrachten, konzentrieren sich auf Länder, Sektoren oder Regionen als Untersuchungseinheiten (vgl. Hollingsworth, Schmitter und Streeck (Hrsg.) 1994). Sie sind aber in der Regel stärker bzw. systematischer als die Studien über nationale Innovationssysteme komparativ angelegt. Zudem analysieren sie auch den Prozess und die Richtung des aus dem globalen Wettbewerb der sozialen Produktionssysteme resultierenden institutionellen Wandels der nationalen Kapitalismen. Sie fragen also nicht nur, wie Institutionen die ökonomische Performanz eines Landes beeinflussen, sondern untersuchen auch in zunehmendem Maße die Entstehung und den Wandel von Institutionen, wenngleich sie hier noch sehr auf die Kontrastierung von global konvergenter und national pfadabhängiger Entwicklung fixiert sind (Jackson 2002).

Die VoC-Studien sind von Anfang an bemüht, die in den verglichenen Ländern festgestellten institutionellen und organisatorischen Konstellationen zu typisieren und auf diese Weise die Länder klassifikatorisch zu ordnen. Eine an der Organisationsform der sozialen Produktionssysteme orientierte Klassifikation unterscheidet zwischen Systemen der („Fordistischen“) standardisierten Massenproduktion, der flexiblen Massenproduktion, der diversifizierten Qualitäts-Massenproduktion und der diversifizierten („customized“) Qualitätsproduktion (Hollingsworth 1997; Hollingsworth

und Boyer 1997). Eine andere, generellere, aber auch diffuse Klassifikation von „domestic regimes of economic governance“ unterscheidet „institutionally rich“ und „institutionally impoverished“ Regime. In letzteren dominieren die Koordinationsformen des neoklassischen Marktes und der hierarchischen Großorganisation, während in institutionell reichen Regimen Netzwerke, Verbände, Clubs und andere eher gemeinschaftliche Formen kollektiven Handelns Markt und Hierarchie ergänzen und teilweise auch ersetzen (Hollingsworth und Streeck 1994).¹³

Im letzten Jahrzehnt hat David Soskice eine Klassifikation entwickelt, die inzwischen als die am besten ausgearbeitete gilt (Hall 1999: 143). Das Konzept des sozialen Produktionssystems aufgreifend spricht Soskice von Produktionsregimen, die als institutioneller Rahmen die Regeln vorgeben, mit deren Hilfe die „microagents of capitalist systems“ ihre Beziehungen zueinander organisieren und strukturieren (Soskice 1999: 101 ff.). Wichtige Elemente dieser auf die Produktionsseite der Ökonomie ausgerichteten Betrachtung sind das System der Finanzierung der Unternehmen, die industriellen Beziehungen, das Schul- und Berufsbildungssystem und das System, das die Beziehungen zwischen den Unternehmen regelt (Wettbewerbspolitik, Technologietransfer, Standardisierung usw.). In idealtypischer Weise unterscheidet Soskice koordinierte Marktwirtschaften („Coordinated Market Economies“ (CME)) und liberale Marktwirtschaften („Liberal Market Economies“ (LME)). In den CME sind die Arbeitgeber in ein Netzwerk von Verbänden eingebunden, das intern und mit der organisierten Arbeitnehmerschaft Löhne, Ausbildungs- und Beschäftigungsverhältnisse koordiniert, das kooperativ ausgerichtet und an langfristigen Zielsetzungen orientiert ist. Auch die Unternehmensfinanzierung ist eher langfristig angelegt („patient capital“). In den LME hingegen dominieren eher kurzfristige über den Markt koordinierte Beziehungen zwischen den Unternehmen, aber auch zwischen den Unternehmen und ihren Beschäftigten oder ihren Geldgebern (Soskice 1994; 1999; Hall und Soskice 2001).

In das Zentrum der Betrachtung rücken wieder stärker die Unternehmen und ihre Strategien. Die Unternehmen besitzen autonome Handlungsspielräume, die sie bei der Verfolgung ihrer Ziele nutzen. Allerdings werden die Handlungen auch durch die genannten institutionellen Elemente geprägt und kanalisiert. Die Handlungsergebnisse ergeben sich aus dem Zusammenwirken von institutionellen Einflüssen und autonomer strategischer Interaktion (Hall und Soskice 2001). Sie sind also, wie es der akteurzentrierte Institutionalismus postuliert (Scharpf 1997), weder allein durch die Präferenzen, Ressourcen und Strategien der Akteure noch allein durch den institutionellen Kontext bestimmt. Das Gewicht der institutionellen und der akteurbezogenen Komponenten kann sich von Handlungssituation zu Handlungssituation unterscheiden. Es ist aber unwahrscheinlich, dass praktisch ausschließlich institutionelle oder akteurbezogene Faktoren den Handlungserfolg

¹³ Streeck (1991) spricht auch von institutionell „minimal“ und „saturated“ ausgestatteten Ökonomien und zeigt ihre Beziehung zu den Organisationsformen der sozialen Produktionssysteme, speziell zur diversifizierten Qualitätsproduktion auf (vgl. hierzu auch Sorge und Streeck 1988).

determinieren.¹⁴ Der hier angedeutete Fokus auf die Interaktion von organisatorischen Strategien und institutionellen Faktoren hat immer noch programmatischen Charakter (Crouch 2003; vgl. aber Beyer 2003). In den Studien über nationale Innovationssysteme (NSI) fehlt er jedoch fast vollständig. Obwohl in ihnen die Bedeutung von Unternehmen im Innovationsprozess regelmäßig betont wird, erscheinen sie als eine „passive“ black box 'acted upon' by macro-social determinants, zu denen institutionelle Faktoren gezählt werden (Coriat und Weinstein 2002: 274).

Der Prototyp eines Landes mit einer liberalen Marktwirtschaft sind die Vereinigten Staaten, und von den OECD Ländern fallen auch Großbritannien, Irland, Kanada und Australien in diese Kategorie. Deutschland wird als Prototyp der Gruppe der Länder mit einer koordinierten Marktwirtschaft betrachtet, zu der auch noch Österreich, die Schweiz, Schweden, Norwegen und Japan gehören. Betrachtet man Deutschland und USA als die Endpunkte eines Kontinuums, dann liegen die anderen genannten Länder jeweils in der Nähe dieser Extrempunkte. Weitere Länder, vor allem die Mittelmeerstaaten, nehmen „ambiguous positions“ ein (Hall und Soskice 2001: 21). Sie haben einerseits relativ liberale Arbeitsmärkte, andererseits ist der Staatseinfluss auf die Ökonomie relativ groß, und zudem haben die meisten einen großen Agrarsektor. Zumindest letzteres passt nicht in das CME-LME Kontinuum.¹⁵

Auf derartige Inkonsistenzen verweist auch Richard Whitley, der zudem betont, dass speziell mit Blick auf die unterschiedlichen Typen und Strategien von Firmen die Differenzen innerhalb der CME und LME größer als zwischen ihnen sein können (Whitley 2002). Whitley führt deshalb wieder weiter gehende Differenzierungen hinsichtlich der Formen ein, in denen Koordination und Kontrolle in Marktwirtschaften ausgeübt werden. Er unterscheidet sechs idealtypische „Business Systems“, wobei er insbesondere den CME-Typus mit Blick auf die Rolle des Staates weiter untergliedert (Whitley 1999: 31-64).¹⁶

Sucht man nach dem Bezug der Studien über die Spielarten des Kapitalismus zu technischen Entwicklungen und speziell Innovationen, so wird man zunächst kaum fündig. Abhängige Variable ist in der Regel die ökonomische Performanz der untersuchten Länder, wobei es immer darum geht zu zeigen, welche komparativen institutionellen Vorteile die Länder jeweils besitzen. Alle Institutionensysteme weisen je spezifische Stärken und Schwächen auf. Kein System ist in allen Dimensionen der ökonomischen Performanz überlegen. Technik kommt ins Spiel, weil die institutionell

¹⁴ Den Eindruck absoluter Dominanz akteurbezogener Faktoren vermittelt Chandler (2001) in seiner Analyse der Entwicklung der Unterhaltungselektronik und der Computerindustrie in den USA, Europa und Japan. Für Chandler ist die Lernfähigkeit von Unternehmen entscheidend. Zusammen mit dem „first mover“ Vorteil und den für die Konkurrenten daraus resultierenden „barriers to entry“ determiniert sie den Erfolg einer Industrie. Institutionelle Faktoren treten für Chandler bei marktwirtschaftlicher Organisation der Ökonomie völlig in den Hintergrund.

¹⁵ Weitere Versuche der Systematisierung der Spielarten kapitalistischer Systeme beziehen die Wohlfahrtsstaatsdimension mit ein (Ebbinghaus und Manow 2001; Jackson 2002).

¹⁶ In „fragmented“ und in „compartmentalized“ Business Systems spielt der Staat jeweils eine geringe Rolle, während er in den „coordinated industrial district“, den „collaborative“, den „highly coordinated“ und den „state organized“ Systemen eine zum Teil erhebliche Bedeutung hat (Whitley 1999: 59-64).

geprägte Fähigkeit, technische Innovationen zu generieren und zu integrieren, die ökonomische Performanz eines Landes beeinflusst. In diesem Sinne interveniert die technische Innovation zwischen den Institutionen und der Performanz.

Mit Innovationen sind im politökonomischen Institutionalismus nicht nur technische, sondern auch organisatorische Neuerungen gemeint – nicht zuletzt solche auf der Ebene der Arbeitsorganisation, wobei hier oft produktionstechnische und organisatorische Innovationen Hand in Hand gehen. Im Falle der diversifizierten Qualitätsproduktion etwa erfolgt die Ausrichtung einer Produktionsorganisation in der Weise, dass programmierbare intelligente Maschinen eingesetzt werden, die es ermöglichen, an dem speziellen Bedarf einer relativ kleinen Zahl von Kunden orientierte technische Produkte hoher Qualität anzubieten und flexibel auf immer neue schrittweise weiter entwickelte Produktvarianten umzustellen. Hiermit verbunden sind hohe Anforderungen an die allgemeine und die betriebsspezifische Qualifikation der Belegschaft. Die Anforderungen können am besten erfüllt werden, wenn die Belegschaft eine qualifizierte überbetriebliche berufliche Ausbildung erhalten hat, Betriebe in die betriebsspezifische Ausbildung investieren und die Belegschaft eine langfristige berufliche Perspektive im Betrieb hat, die es für sie attraktiv macht, ihrerseits in betriebsspezifische Kompetenzen zu investieren (vgl. Streeck 1991). Andere Rahmenbedingungen kommen hinzu, die in dieser Form in der Regel (nur) in koordinierten Marktökonomien (CME) vorliegen (Soskice 1999). Betriebe, die in einer CME agieren, werden also die Strategie der flexiblen Qualitätsproduktion eher wählen als Betriebe in einer LME. Anspruchsvolle produktionstechnische Innovationen, wie sie für die flexible Herstellung von Qualitätsprodukten benötigt werden, entstehen demnach eher in einer CME und können hier relativ leicht in die betrieblichen Produktionsprozesse integriert werden.

Im Hinblick auf im engeren Sinne technische bzw. wissenschaftlich-technische Innovationen finden wir in der VoC-Literatur ähnlich wie in der NSI-Literatur neben der Differenzierung von Produkt- und Prozessinnovationen nur diejenige zwischen inkrementellen und radikalen Innovationen als zentrale Unterscheidung. Einen eindeutigen Zusammenhang zwischen dem Typ von institutionellen Konstellationen und der Art der Innovation stellen jedoch nur einige VoC-Studien her. So wird argumentiert, dass sich Unternehmen in liberalen Marktökonomien strategisch auf radikale Innovationen ausrichten. Diese Innovationen, oftmals zunächst nur patentierte Erfindungen, entstehen in den neuen Hightech Sektoren (vgl. Pisano 2002). Hier sind es neben einzelnen großen innovativen Unternehmen vor allem mit Risikokapital finanzierte kleinere Start-Ups, die die neuen Produkte auf den Markt bringen oder zumindest marktreif entwickeln. Bei hohem Innovationstempo haben die Produkte, die oft Komponenten komplexer technischer Systeme sind, immer nur eine relativ kurze Lebensdauer. Dies erfordert eine auf kurzfristige Profite ausgerichtete Unternehmensstrategie mit einem Personalbestand, der ein hohes allgemeines Qualifikationsniveau aufweist. Die Unternehmen müssen sich flexibel und schnell immer wieder neu positionieren, was hohe Anpassungsfähigkeit der Belegschaft erfordert und/oder mit starker Personalfluktuations verbunden ist. Dies ist unter den institutionellen

Bedingungen einer LME eher als in einer CME möglich. Insgesamt fördern die LME also radikale Innovationen, während die CME inkrementelle Innovationen begünstigen (Soskice 1999; Hall und Soskice 2001).

Während sich die Mehrzahl der NSI-Ansätze bei dem Versuch, Innovationen zu erklären, auf Institutionen konzentriert, die unmittelbar die auf die Generierung von Innovationen zielenden Aktivitäten steuern, betrachten die VoC-Ansätze sämtliche zentralen Komponenten des kapitalistischen Institutionensystems als relevant (Soskice 1994: 276). Hierzu gehören insbesondere die Finanzmärkte und die unterschiedlichen Formen der Unternehmensfinanzierung, das System der beruflichen Ausbildung, das Arbeitsvertragsrecht, die verschiedenen Modelle der Unternehmensleitung (corporate governance) und das System kollektiver Interessenvertretung (vgl. Jackson 2002; Lütz 2003).¹⁷ Dabei werden die institutionellen Komplementaritäten betont. Die Wirkung jeder einzelnen Institution in einer LME oder einer CME steigert die Wirkung jeder anderen Institution.¹⁸

Die Studien über die Spielarten des Kapitalismus haben sich lange Zeit nicht für konkretere Muster technischer Innovation interessiert. Erst einige neuere Arbeiten lassen erkennen, dass die Unterscheidung zwischen radikalen und inkrementellen Innovationen in einer Weise weiter entwickelt und operationalisiert werden kann, die eine Konkretisierung der Auswirkungen institutioneller Konstellationen auf technische Entwicklungen ermöglicht. Besonders interessant ist die von Casper, Lehrer und Soskice (1999) eingeführte Unterscheidung zwischen „diskreten“ und „kumulativen“ (oder „plattform“) Technologien. Die Autoren analysieren die Entwicklungsperspektiven von deutschen Hightech Unternehmen.

Deutschland, das der Prototyp eines Landes mit einer koordinierten Marktwirtschaft ist, bietet Unternehmen, die an radikalen Innovationen arbeiten, grundsätzlich ungünstige Perspektiven. Eine Untersuchung im Bereich Biotechnologie und Software zeigt jedoch, dass hier in größerer Zahl neue Unternehmen entstanden sind und auch prosperieren. Dies, so argumentieren die Autoren, sei nur teilweise auf einen politisch vorangetriebenen institutionellen Wandel mit z.B. dem Ergebnis einer zunehmenden Verfügbarkeit von Risikokapital zurück zu führen. Auch seien Unternehmen in Bereichen mit sehr hohen finanziellen Risiken und sich schnell ändernden technischen Entwicklungspfaden noch immer wenig erfolgreich. Zudem gelte weiterhin, dass Unternehmen sich in den Marktsegmenten etablieren, die am besten zu der überkommenen institutionellen Umgebung „passen“ (Casper, Lehrer und Soskice 1999: 15). Dies bedeutet aber nicht, so die Autoren, dass es keine Technologien in den neuen Bereichen Biotechnologie und Software gibt, die in dieses institutionelle Gefüge passen. Tatsächlich haben sich, so wird argumentiert, die erfolgreichen deutschen Unternehmen statt auf diskrete auf kontinuierliche Technologien spezialisiert. Diese breiteren

¹⁷ Die Institutionensysteme sind jeweils national spezifisch, was ausschließt, dass eine in einem Land erfolgreiche Innovationspolitik einfach auf ein anderes Land übertragen werden kann (Soskice 2000).

¹⁸ Dies hat Konsequenzen für den institutionellen Wandel. Er ist in der Regel eher pfadabhängig und inkrementell als radikal (Hall und Soskice 2001; kritisch hierzu Crouch 2003).

Plattform-Technologien entwickeln sich relativ stabil über einen längeren Zeitraum. In der Informationstechnik ist das nicht die standardisierte Software, sondern das Service Segment für die gewerblichen Nutzer von Software. Diese Nutzer fragen integrierte Systemlösungen nach, die regelmäßig ausgebaut und auf den neuesten Stand gebracht werden müssen. Dies ist aus der Sicht der Technikentwicklung ein kumulativer Prozess, der sich über einen längeren Zeitraum erstreckt. Die Service-Unternehmen stehen in längerfristigen Beziehungen zu ihren Kunden. Sie bauen spezifisches kumulatives Know-how in einer Belegschaft auf, der sie eine längerfristige Beschäftigungsperspektive bieten. Vergleichbare Entwicklungen haben die Autoren in der Biotechnologie beobachtet. Deutsche Unternehmen haben sich z.B. auf die Entwicklung und Produktion von Instrumenten und auch von Software spezialisiert, die in der pharmazeutischen Forschung oder bei der Herstellung pharmazeutischer Produkte benötigt werden und die anders als die Endprodukte selbst kontinuierlich nachgefragt werden und entsprechend weiter entwickelt werden müssen (Casper, Lehrer und Soskice 1999; Casper 2000).¹⁹

Ähnlich argumentieren Casper und Glimstedt (2001) in einer Studie, die der technologiepolitisch interessanten Frage nachgeht, ob es erfolgversprechend ist, das „Silicon Valley Modell“ zu kopieren, um eine prosperierende Internet-Industrie aufzubauen. Die Autoren bedienen sich des funktionalen vier-Schichten-Modells des Internet, um zu zeigen, welcher Typus von Unternehmen in welcher funktionalen Schicht des Netzes mit welchen Spezialisierungen am erfolgreichsten agieren kann. Einzelheiten brauchen hier nicht zu interessieren. Erneut zeigt sich, dass deutsche Firmen im Bereich der Entwicklung und Betreuung von Unternehmenssoftware und nicht im Bereich der Standardsoftware besonders erfolgreich sind. Im ersteren Bereich ist es notwendig und rentabel internes Know-how aufzubauen und langfristig vorzuhalten, was mit dem deutschen koordinierten Kapitalismus bestens kompatibel ist (Casper und Glimstedt 2001: 274-279).

In einer neueren Arbeit thematisiert nun auch Whitley, dessen Interesse lange Zeit fast ausschließlich der Entstehung und Formierung unterschiedlicher Business Systems galt, ihre Auswirkungen auf Innovationen, wobei er jedoch diesen Bezug eher indirekt herstellt (Whitley 2000). Whitley unterscheidet Typen von Innovationsstrategien, deren Wahl vom Business System und dem umfassenderen institutionellen Arrangement, aber auch von Merkmalen des jeweiligen Unternehmens abhängt. Er konzediert, dass man zwischen Innovationsstrategien und Innovationen – hier in der Regel verstanden als neue technische Produkte – unterscheiden müsse, unterstellt aber, dass sich Unternehmen letztlich nur für solche Typen von Innovationen entscheiden, die sie auch effektiv einführen können (Whitley 2000: 865).

¹⁹ Dass Plattform-Technologien in der Biotechnologie tatsächlich einen kumulativen Charakter haben und über Jahre kontinuierlich entwickelt werden können, wird teilweise bestritten (Dolata 2003: 178 ff.), ändert aber nichts an der grundsätzlichen Nützlichkeit der Unterscheidung von diskreten und kumulativen Technologien.

Mit seiner Typologie von Innovationsstrategien versucht Whitley, die einfache Unterscheidung zwischen inkrementellen und radikalen Innovationen zu untergliedern. Hierzu führt er zusätzliche differenzierende Aspekte wie spezifische mit einer Innovation verbundene Unsicherheiten ein.²⁰ Speziell mit Blick auf technische Unsicherheiten übernimmt er von Henderson und Clark die Unterscheidung zwischen architektonischen und modularen Innovationen. Die Autoren verwenden sie zusätzlich zu der Unterscheidung zwischen inkrementellen und radikalen Innovationen, um auf diese Weise dem Systemcharakter vieler Techniken Rechnung zu tragen (Henderson und Clark 1990). Doch spielen für Whitleys Typologie noch weitere Aspekte eine Rolle, darunter auch die Art des für eine Innovation benötigten Wissens, das mehr oder weniger komplex und hoch oder gering kodifiziert sein kann.

Schließlich gelangt der Autor zu fünf typischen Innovationsstrategien (Whitley 2000: 870 ff.):

- (1) „Dependent strategies“ passen sich den modischen Vorlieben der Kunden an und generieren selten radikal neue Produktelemente.
- (2) „Craft-based responsive strategies“ richten sich auf kontinuierliche Verbesserung und Differenzierung von Produkten.
- (3) „Generic strategies“ haben ihren Fokus auf der Verbesserung einzelner Komponenten von Produktionsprozessen bei standardisierten Produktgruppen (Prozessinnovationen).
- (4) „Complex, risky strategies“ zielen auf ganz neue Produkte oder Produktarchitekturen, die Märkte umstrukturieren und die Veränderung etablierter Organisationsroutinen erfordern.
- (5) „Transformative strategies“ etablieren ganz neue Industrien basierend auf neuem Wissen über Produkte und deren Nutzungsmöglichkeiten.

Die Kombination der unterschiedlichen Business Systems und institutionellen Umwelten, in denen die Unternehmen agieren, und verschiedener Merkmale von Unternehmen mit den fünf Typen von Innovationsstrategien als abhängigen Variablen führt zu einem sehr komplexen Gesamtbild, das Generalisierungen praktisch unmöglich macht, zumal Whitley auch gar nicht erst versucht, den Ansatz empirisch umzusetzen.

Betrachtet man zusammenfassend, wie Technik bzw. technische Innovationen im politökonomischen Institutionalismus behandelt werden, so bleibt festzuhalten, dass vor allem wegen der insgesamt wenig expliziten und eher seltenen Analyse innovativer technischer Entwicklungen der theoretische Status von Technik in den VoC-Studien ambivalent bleibt. Zwar wird Technik nicht selbst als eine Komponente des Institutionensystems betrachtet, doch erscheint sie auch nicht durchgängig als abhängige Variable. Wenn etwa, wie oben skizziert, argumentiert wird, dass deutsche Unternehmen allgemein Probleme mit Techniken haben, die sich schnell und radikal

²⁰ So unterscheidet er in Anlehnung an Langlois und Robertson drei verschiedene mit technischen Innovationen verbundene Typen von Unsicherheit, die parametrische, die strategische und die strukturelle Unsicherheit (Langlois und Robertson 1995:136).

ändern, während sie sich inkrementell entwickelnde Techniken erfolgreich nutzen können, dann erscheinen in dieser Diktion die Techniken für die Unternehmen zunächst als exogene Variablen. Unternehmen richten also ihre Strategien an den Möglichkeiten und Restriktionen der Technik aus. Sie werden aber auch versuchen, die Technik nach ihren strategischen Orientierungen zu gestalten. Die resultierenden technischen Innovationen, aber auch gescheiterte Versuche, technische Innovationen profitabel zu nutzen, können Veränderungen des nationalen Institutionensystems bewirken. In dieser Sichtweise hat Technik den Status einer intervenierenden Variablen. Die Unternehmen bedienen sich der Technik in dem Maße, wie sie diese in ihre Strategien integrieren können. Die Integration erfolgt über Anpassung an die Technik, aber auch über deren Änderung und Weiterentwicklung. Letzteres verändert die technische Opportunitätsstruktur, die ihrerseits einen institutionellen Veränderungsdruck erzeugen kann. Das wird in den VoC-Studien allerdings kaum thematisiert. Zwar haben die neueren Studien ein großes deskriptives und theoretisches Interesse am institutionellen Wandel, doch sehen sie die Auslöser von Wandlungsprozessen eher nicht in technischen Innovationen, sondern überwiegend in ökonomischen Performanzdefiziten und komparativen institutionellen Nachteilen, die im Zuge der ökonomischen Globalisierung besonders klar zu Tage treten. Allerdings setzen die meisten VoC-Studien die Hürden für institutionellen Wandel recht hoch an (Lütz 2003: 27).

Zudem erscheint es notwendig, wenn technische Strukturelemente als Auslöser des Wandels betrachtet werden sollen, diese deutlicher zu spezifizieren. Dies hat in einer eher spekulativen Arbeit Herbert Kitschelt (1991) bereits vor mehr als einem Jahrzehnt gezeigt. Der Autor kritisiert die Tendenz vieler Studien, den Nationalstaat als Analyseeinheit zu nehmen, sich auf dessen aggregierte ökonomische Performanz zu konzentrieren und auffindbare Stärken und Schwächen undifferenziert dem nationalen Institutionensystem zuzurechnen. Vielmehr müsse die Analyse sektoral differenziert werden, da nationale und sektorale Bedingungen bei der Herausbildung effizienter Strukturen der Lenkung und Kontrolle („governance structures“) und effizienter Innovationsstrategien zusammenwirkten. Technische Merkmale könnten dabei die Effizienz der Lenkungs- und Kontrollstrukturen ebenso beeinflussen wie umgekehrt die Auswahl von Technik von diesen institutionellen Möglichkeiten und Restriktionen geprägt werde (Kitschelt 1991: 454).

Bei Kitschelt hat die Technik also den Status einer intervenierenden Variablen, auch wenn sie im weiteren Verlauf seiner Überlegungen insgesamt sogar mehr exogene als endogene Größe ist. Dies wird insbesondere in seinem Verständnis wirtschaftlicher Sektoren deutlich, die er nicht z.B. über Märkte, sondern über die einem Wirtschaftsbereich zu Grunde liegenden technologischen Systeme definiert. Die Systeme „korrespondieren“ mit der Governance Struktur eines Sektors (Kitschelt 1991: 460, 461). Um die Korrespondenz zu verdeutlichen, spezifiziert Kitschelt die relevanten Dimensionen technischer Systeme und ihre Anforderungen an eine Ressourcensparende sektorale Lenkungs- und Kontrollstruktur. Bezogen auf die Technik verwendet der Autor Perrows Unterscheidung von lose oder eng gekoppelten Systemen einerseits und von linearen (einfachen) oder interaktiven (komplexen) Prozesszusammenhängen

andererseits (Perrow 1984). Ähnlich wie Perrow postuliert Kitschelt eine Beziehung zwischen den Eigenschaften der technischen Systeme und den Merkmalen einer zu jedem Techniktypus passenden (effizienten) Governance Struktur. Dabei betrachtet er aber nicht nur die Organisationsform von Governance (zentral/ dezentral), sondern – orientiert an Williamsons Transaktionskostenansatz – auch die Form der Verträge (standardisiert/ nicht standardisiert), welche Akteure als Betreiber und Nutzer technischer Systeme miteinander schließen, und die Rechtsform des Eigentums (privat/ öffentlich/ gemischt) an diesen Systemen (Williamson 1985). Diese Governance Elemente werden relevant, wenn man wie Kitschelt annimmt, dass mit den Perrow'schen Eigenschaften technischer Systeme in der Regel bestimmte nach Williamson für die Gestaltung der Transaktionen relevante Merkmale kovariieren. Hierbei handelt es sich um den Grad der „asset specificity“, der „uncertainty about the causal structure of the technology“ und der „frequency of interaction between suppliers and customers“ (Kitschelt 1991: 464).

Aufbauend auf diesen Kategorien skizziert Kitschelt die Eigenschaften realer technischer Systeme und der zu ihnen passenden (sektoralen) Steuerungs- und Lenkungsstrukturen, die er dann noch in Beziehung setzt zu den umfassenden politisch-institutionellen Strukturen eines Landes („political regime“). Historisch früh (Ende des 18. Jahrhunderts) sind lose gekoppelte linear prozessierende Maschinen (z.B. Textilmaschinen) entstanden, deren kausale Struktur man sicher beherrschte und die eine geringe „asset specificity“ hatten. Die adäquate Governance Struktur für die Technik dieses Typs sind dezentralisierte Marktverhältnisse mit individuellem Privateigentum. Eine solche Governance Struktur konnte sich am besten in Großbritannien entwickeln, da das dortige politische Regime diese Prinzipien allgemein institutionalisiert hatte. Die umfassenden institutionellen Bedingungen waren also der Herausbildung einer der Technik adäquaten sektoralen Governance Struktur förderlich. Im 19. Jahrhundert entwickelten sich mit der Eisenproduktion oder auch der Eisenbahn technische Systeme, die ebenfalls linear und in ihrer kausalen Struktur einfach sind, die aber gleichzeitig eine engere Kopplung der Komponenten und eine zum Teil erhebliche „asset specificity“ aufweisen. Die für diese Industrien adäquaten Governance Strukturen sind, so Kitschelt, hierarchische Großorganisationen, oligopolistische Märkte und staatliches Eigentum an bzw. staatliche Kontrolle der Technologie. Länder wie Japan und Deutschland, aber auch die USA, in denen industrielle Zentralisierung mit staatlicher Intervention einher gingen, boten günstige allgemeine institutionelle Bedingungen für die Entwicklung angemessener sektoraler Strukturen der Lenkung und Steuerung. Andere Techniken finden wiederum unter anderen institutionellen Bedingungen günstige Voraussetzungen für ihre Entwicklung.

In modernen Gesellschaften koexistieren verschiedene technische Systeme. Sie entwickeln sich aber unterschiedlich. Kein Land bietet allgemeine politisch-institutionelle Voraussetzungen, die der Herausbildung der für die unterschiedlichen technischen Systeme variierenden sektoralen Governance Strukturen gleichermaßen förderlich sind. Dies skizziert Kitschelt ausführlicher am Beispiel Japans, das sich in den 70er und 80er Jahren des letzten Jahrhunderts an die Spitze der technisch innovativen Länder

vorgearbeitet hatte (Kitschelt 1991: 475-491). Japans politisch-institutionelle Strukturen sind weder hierarchisch-staatsinterventionistisch noch sind sie liberalistisch-wettbewerbsorientiert. Vielmehr zeichnet sich das Land, so Kitschelt, durch eine kooperative Ökonomie unter Einschluss staatlicher Agenturen und durch kontrollierten Wettbewerb aus. Dies bringt Vorteile im Bereich der „flexiblen Massenproduktion“ in Sektoren wie dem Maschinenbau, dem Fahrzeugbau, der Unterhaltungselektronik, der Bürotechnik oder auch der Produktion elektronischer Komponenten, solange die Produkte nicht allzu häufig wechseln und inkrementell verbessert werden können. Bei eher komplexen sich schnell wandelnden Technologien wie Mikroprozessoren, Computer Software oder biotechnischen Produkten, so Kitschelts Diagnose und Prognose, bieten die politisch-institutionellen Bedingungen Japans eher ungünstige Voraussetzungen für die Entstehung adäquater sektoraler Governance Strukturen.

In Kitschelts Sichtweise besitzen also sowohl die Strukturmerkmale technischer Systeme als auch die politisch-institutionellen Strukturen eines Landes eine für die ökonomische Performanz zentrale Bedeutung. Ob eine Technik sich etablieren und weiter entwickeln kann, hängt davon ab, ob passende sektorale Strukturen der Steuerung und Lenkung der Technik vorhanden sind oder sich entwickeln können, was wiederum von den allgemeinen politisch-institutionellen Strukturen abhängt. Entwicklungen bzw. Entwicklungschancen einer Technik werden also in einem zweistufigen Rahmen national und sektoral institutionell geprägt. Die Technik prägt aber auch institutionelle Strukturen, indem sie einen Druck in Richtung auf die Herausbildung adäquater (transaktionskosteneffizienter) sektoraler Governance Strukturen auslöst und gegebenenfalls auch nationalen institutionellen Wandel in Richtung auf ein Institutionensystem fördert, das eine breitere Mischung von Sektoren und damit ein breiteres nationales Technologie-Portfolio zulässt.

Kitschelts Studie unterscheidet sich vom Mainstream der Arbeiten über die Spielarten des Kapitalismus dadurch, dass sie die Bedeutung sektoraler technisch geprägter Governance Strukturen hervorhebt, ohne allerdings die Einbettung der Sektoren in einen nationalen institutionellen Kontext zu vernachlässigen. Das Institutionenverständnis ist relativ stark transaktionskostentheoretisch geprägt, wodurch Effizienz zum zentralen Kriterium der Stabilität und des Wandels von Institutionen wird. Die institutionelle Komponente des Arguments ist konsistenter als in den Studien über nationale Innovationssysteme, aber mit Blick auf die nationale Ebene weniger differenziert als in den diskutierten VoC-Studien. Bemerkenswert ist die Strategie, ein differenziertes, gleichwohl eher formales Konzept von Technik bzw. technischen Systemen zu verwenden, das es erlaubt, Technik als die einen industriellen Sektor definierende Größe sowohl als endogene wie auch als exogene Variable systematisch in die Analyse zu integrieren. Die evolutionäre Vielfalt von Technik wird durch institutionelle Einflüsse reduziert bzw. strukturiert. Dennoch bleiben die technischen Systeme so facettenreich, dass sie nicht mit einer national einheitlichen institutionellen Struktur effizient gesteuert werden können. Es entwickeln sich, soweit es der nationale institutionelle Rahmen erlaubt, techniknahe sektorale Lenkungs- und

Steuerungsstrukturen. Dabei ist institutionelle Vielfalt auf der nationalen Ebene der Entstehung technikadäquater sektoraler Governance Strukturen förderlich.

4. Techniksoziologischer Institutionalismus

Sowohl die innovationstheoretischen als auch die politökonomischen Ansätze der Technikanalyse lassen eine detaillierte Betrachtung der Technik und ihrer jeweiligen Entwicklungsschritte vermissen. Dies ist erwartungsgemäß in der Techniksoziologie anders, definiert sie sich doch über diesen Gegenstand.²¹ Allerdings sind institutionalistische Ansätze eher selten. Den verbreiteten „Regeln der technikgenetischen Methode“ (Rammert 1995) fehlt der explizite Bezug auf institutionelle Erklärungen. In ihnen dominiert zudem die „Enactment-Perspektive“, in welcher Entstehung und Entwicklung von Technik als ein eher kontingenter Prozess ihrer sozialen Aneignung allein auf der Handlungsebene verstanden wird (vgl. Schulz-Schaeffer 2000).

Hauptsächlich Arbeiten über technische Infrastruktursysteme oder allgemeiner über große technische Systeme (GTS)²² bedienen sich der institutionalistischen Perspektive. Institutionen werden überwiegend als Regelsysteme („rule systems“) verstanden (Burns und Flam 1987: speziell 292-321, 366-388; Burns und Dietz 1992). In der Variante des akteurzentrierten Institutionalismus in der Technikforschung (Schneider und Mayntz 1995) treten die (zumeist korporativen) Akteure gleichberechtigt neben die institutionellen Regeln. Gemeinsam beeinflussen sie die Entwicklung der Technik, wobei die institutionellen Einflüsse letztlich immer über Akteurhandeln vermittelt sind (Werle 1998).

Die technischen Systeme werfen im Prozess ihrer Entstehung und Entwicklung vielfältige Regulierungs- und Koordinationsprobleme auf. Institutionelle Erklärungen behandeln die Auswirkungen unterschiedlicher Governance Formen, also unterschiedlicher institutioneller Formen der Steuerung, auf die Verzweigungen in der Entwicklung der Systeme. Ausgehend von den Grundtypen institutioneller Steuerung, Hierarchie, Markt und Netzwerk, werden konkrete institutionelle Arrangements, Akteurkonstellationen und Akteurstrategien im Hinblick darauf analysiert, welche Effekte sie auf die Technik haben (vgl. Schneider 1991). Im Mittelpunkt steht eindeutig die Ausbreitung und Durchsetzung einer neuen Technik, während die Frage nach Kausalfaktoren ihrer Entstehung, also der wissenschaftlich-technischen Erfindung, eher

²¹ Dies gilt im Prinzip auch für politologische Arbeiten zum Thema Politik und Technik. Das Hauptinteresse der Politikwissenschaft richtet sich auf die (Möglichkeit der) Steuerung von Technik, wobei staatliche Politik als eine der „Triebkräfte der Technikentwicklung“ betrachtet wird (Mayntz 2001) und weitere Beiträge in Simonis, Martinsen und Saretzki (Hrsg.) (2001).

²² Es ist nie gelungen, eine allgemein akzeptierte Definition eines großen technischen Systems zu entwickeln. Allerdings haben sich die verschiedenen Studien auch kaum mit Definitionsproblemen aufgehalten (vgl. Joerges 1999).

zurück tritt. In einigen Arbeiten (z.B. Thomas 1995) wird die Technik als abhängige Variable sehr detailliert erfasst, was es praktisch ausschließt, generalisierbare Zusammenhänge zwischen Institutionen und Technik herauszuarbeiten. Andere Studien fragen allgemeiner nach bestimmten Mustern in der Entwicklung technischer Systeme, nach Veränderungen ihrer Struktur oder schlicht nach Erfolg bzw. Misserfolg der Technik oder bestimmter Varianten und den hierfür Ausschlag gebenden institutionellen und Akteur bezogenen Faktoren.

Angestoßen wurde die Forschung über GTS durch die Arbeit des Technikhistorikers Thomas Hughes, der die frühe Entwicklung der Elektrizitätsversorgungssysteme in den Vereinigten Staaten (speziell Chicago), Großbritannien (speziell London) und Deutschland (speziell Berlin) untersucht (Hughes 1983). Der Autor identifiziert Phasen der Systementwicklung, die nicht nur technischen Imperativen folgt und ebenso wenig nur von unternehmerisch orientierten Erfindern („inventor-entrepreneurs“) und Systemgestaltern („system-builders“) geprägt wird, auch wenn der Historiker in diesem Fall dazu neigt, einzelne Personen und Gruppen („ingenious technologists“) zu „heroisieren“ (Joerges 1988:12). Mit dem Phasenmodell der Entwicklung von der Erfindung über Entwicklung und Innovation, dem Technologietransfer, Wachstum und Wettbewerb bis hin zur Konsolidierung und zum „Momentum“ (explizit in Hughes 1987) wird die Erwartung einer jeweils sehr ähnlichen Entwicklung von auf denselben Basistechnologien beruhenden Systemen geweckt. Tatsächlich zeigt Hughes jedoch, dass – durchaus im Rahmen dieses Phasenmodells – die konkrete Entwicklung der Systeme der Elektrizitätsversorgung z.B. im Hinblick auf den Grad ihrer Zentralisation und Integration und auch im Hinblick auf die Leistungsfähigkeit und den technischen Entwicklungsstand erhebliche Unterschiede aufweist, ohne dass jedoch ein System den anderen in jeder Hinsicht unterlegen oder überlegen ist. Hierfür sind vor allem die institutionellen Bedingungen für politische Interventionen in den Entwicklungsprozess maßgebend. Während im liberalen Chicago ökonomisch-technische Kriterien den politischen Entscheidungsprozess über die Elektrizitätsversorgung dominierten, hat die komplexe und stark fragmentierte politisch-administrative Struktur Londons und seiner Vororte politische Entscheidungen verzögert, übermäßig politisiert und letztlich die Koordination einer Vielzahl unterschiedlicher Produzenten elektrischer Energie teilweise unmöglich gemacht. Eine ähnlich komplexe Situation wurde in Berlin mit Erfolg in institutionalisierten Verhandlungssystemen bearbeitet, in denen neben der Politik auch die Banken und die Industrie beteiligt waren (Hughes 1983: 175-261).

Im Gefolge der Arbeit von Thomas Hughes wurde in einer Reihe von Studien die Entwicklung vernetzter technischer Infrastrukturen (speziell Telekommunikation, Eisenbahn, Elektrizität) untersucht (vgl. Mayntz und Hughes (Hrsg.) 1988). Ebenso wenig wie Hughes' Studie sind sie rein institutionalistisch orientiert, doch wird immer auch speziell der Rolle der Staatsorganisation und staatlicher Institutionen besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Historisch gesehen haben sich die Infrastrukturen in den prägenden Entwicklungsphasen fast durchweg als staatliche oder private, politisch tolerierte und regulierte, Gebietsmonopole geschützt vor direkter Marktkonkurrenz entfaltet. Großorganisationen internalisierten die Systementwicklung, und Hierarchie

war lange Zeit die dominante Koordinationsform (Chandler 1977). Sie ermöglichte Systemintegration durch technische Hierarchisierung und Vereinheitlichung (Werle 1990: 113 ff.). Diese institutionelle Konstellation begünstigte ganz allgemein die Entwicklung „konservativer Technologien“ (Hughes 1982) und führte oft in die „technologische Stasis“ (Hirsh 1989), was mit ökonomischen Effizienzverlusten verbunden sein konnte, aber keineswegs musste. Entsprechend sind Veränderungen der technischen Infrastrukturen auch weniger – oder zumindest nicht unmittelbar – das Resultat radikaler technischer Innovationen, die sich außerhalb dieser Systeme entwickelt haben, sondern Folge relativ autonomer politisch-institutioneller Veränderungen (vgl. Salisbury 1994; auch Grande und Schneider 1991). Letzteres zeigt Volker Schneider (2001) in einer evolutionstheoretischen Analyse der institutionellen Transformation der Telekommunikation in den sechs wichtigsten Industrieländern über zwei Jahrhunderte. Die institutionelle Koordination der Telekommunikation hat sich von staatsmonopolistischen zu marktförmigen Strukturen gewandelt. In diesem Prozess sind technische Innovationen – insbesondere die „Computerrevolution“ – zwar nicht bedeutungslos, doch tragen sie zur Erklärung der institutionellen Veränderungen und ihrer Unterschiede und Ungleichzeitigkeiten in den untersuchten Ländern offenbar nur wenig bei (Schneider 2001: speziell Kap. 5). Wichtig ist auch, dass die rasante Entwicklung der Computertechnologie weitgehend außerhalb des Telekommunikationssektors und ganz überwiegend in den USA stattgefunden hat, wo die Computerindustrie vornehmlich über den Markt koordiniert wird, auch wenn staatliche (vor allem militärische) Technologiepolitik für die Entstehung von Innovationen in diesem Bereich immer eine große Rolle gespielt hat (Halfmann 1984; Norberg und O’Neill 1996; Ceruzzi 1998).

Veränderungen wichtiger Komponenten oder auch der gesamten Architektur der Telekommunikationssysteme ergeben sich als Folge des institutionellen Wandels dieses Sektors. In der Tat bewirkten Deregulierung und Liberalisierung eine „vertikale Entflechtung“ der Systeme (Mayntz 1993: 106), ohne dass die Steuerung der Technik ihr vordringliches Ziel war (Werle 2001b). Der institutionelle Wandel in Richtung auf mehr Markt beruhte vielmehr auf einem generellen Vertrauen in dessen „überlegene Innovationseffizienz“ (Wiesenthal 2000; ausführlich Baumol 2002). Hierarchische und zentralisierte wurden in dezentrale, modularisierte und vernetzte Architekturen transformiert. Das Internet, das Netz der Netze, liefert das wohl eindrucksvollste Beispiel für diesen Transformations- und Innovationsprozess. Es sind genau die institutionellen Voraussetzungen in den USA in den 1980er und frühen 1990er Jahren, die neben einigen eher zufälligen Entscheidungen erklären, warum das amerikanische Internet sich verhältnismäßig rasch zunächst national und dann international ausgebreitet und andere Netze absorbiert oder marginalisiert hat. Anders als in Europa war die Telekommunikation in den USA bereits zu einem erheblichen Maße dereguliert, funktionierten die Marktmechanismen in der Computerindustrie und war auch der Hochschulsektor, in dem sich das Netz zunächst ausbreitete, zu einem gewissen Grade kompetitiv organisiert (vgl. hierzu Leib und Werle 1998). Die Anfang der 1980er Jahre in verschiedenen europäischen Staaten entstehenden, öffentlich geförderten und

industriepolitisch gesteuerten Computernetze für die Wissenschaft scheiterten, als dem Internet Einlass nach Europa gewährt wurde (Leib und Werle 1997; vgl. auch Mowery und Simcoe 2002; Werle 2002).

Erklären im Fall des Internet institutionelle Faktoren den Erfolg oder Misserfolg einer Technologie, so werden solche Variablen auch herangezogen, um z.B. spezifische Unterschiede in technischen Architekturen zu erklären. Eine weitere Untersuchung aus dem Bereich der Telekommunikation verdeutlicht dies. In den 1980er Jahren wurde in Nordamerika, Japan und mehreren europäischen Staaten ein interaktiver Telekommunikationsdienst – in Deutschland Bildschirmtext (Btx) genannt – eingeführt, der aus heutiger Sicht als Vorläufer der Dienste im Internet betrachtet werden kann. Die institutionelle Konstellation, in der die Telekommunikationsgesellschaften als wichtigste Akteure in diesem Prozess die technische Konfiguration gestalteten, unterschied sich von Land zu Land. So genossen die Telekommunikationsgesellschaften unterschiedlich weit reichende Monopole mit der Folge, dass in Frankreich, wo auch die Endgeräte (Terminals) des Systems in den Monopolbereich fielen, ein einheitlicher kleiner Bildschirm (Minitel) entwickelt wurde, der ausschließlich der Nutzung der neuen Dienste diente (vertikale Koordination). In Deutschland hingegen lag die Bereitstellung der Endgeräte außerhalb des Monopols. Hier sollten die privaten Fernsehgeräte der Benutzer mit Hilfe von Decodern zu Btx-Terminals aufgerüstet werden, wozu die Herstellerfirmen nur nach langen Verhandlungen gewonnen werden konnten (horizontale Koordination). Unterschiede gab es auch in der Netzarchitektur im engeren Sinne. In Deutschland waren die zur Speicherung von Informationen benötigten großen Datenbanken Teil einer zentralisierten Infrastruktur. Private Anbieter von Diensten mussten ihre Daten auf diesen Rechnern speichern. In Frankreich wurden die meisten Datenbanken extern von privaten Anbietern betrieben und über spezielle Zugangspunkte mit dem Datennetz verbunden. In dieser Hinsicht war das französische also weniger stark als das deutsche System zentralisiert. Dies wird mit dem lange Zeit ungeklärten rechtlichen Status des Btx-Dienstes und der föderalen Struktur Deutschlands erklärt. Weil die Bundesländer für die Regulierung der elektronischen Massenmedien zuständig sind und dazu tendierten, Btx als einen solchen Massendienst zu definieren, sollte die Zentralisierung der Datenbanken im System der Bundespost diese dem Zugriff der Länder entziehen (Schneider et al. 1991).

In einer anderen im Wesentlichen auf Deutschland konzentrierten Studie untersucht der Historiker Joachim Radkau (1983) die Entwicklung der Kernenergie. Er analysiert Wachstum und Krise der Atomwirtschaft, die Institutionalisierung der Atompolitik und die in der Verflechtung von Staat, Wissenschaft und Wirtschaft entstehenden spezifischen Interessenkonstellationen. In ihnen fallen strategisch wichtige Entscheidungen, die vorgeprägt werden durch ein wachsendes Gewicht der atomaren Großforschung und eine zunehmende Konzentration der Atomindustrie zu Lasten der „Deutschen Atomkommission“, einem Verhandlungssystem, in dem, berücksichtigt man die verschiedenen Unterkommissionen, ein breiteres Interessenspektrum repräsentiert war (Radkau 1983: 302 ff.). Nachdem zunächst unterschiedliche Entwicklungslinien für Kernreaktoren verfolgt wurden, entscheidet man sich de facto auch angesichts

zunehmender internationaler Konkurrenz für den Leichtwasserreaktor, der keineswegs der sicherste und effizienteste der verschiedenen Reaktortypen ist, der aber in der Konstruktion den der Energiewirtschaft vertrauten Kohlekraftwerken relativ ähnlich ist. Die Mischung aus politisch hierarchischen und industriell oligopolistischen Elementen im Zusammenspiel mit einer am Export orientierten Technologiepolitik hat die Entwicklung der Technik in eine Richtung gesteuert, die mit den ursprünglichen Vorstellungen und Plänen nur noch wenig gemein hatte.

Wie bei den meisten der bisher in diesem Abschnitt diskutierten Studien deutlich geworden ist, beschränkten sich die institutionalistischen Erklärungsansätze lange Zeit darauf, die institutionellen Steuerungsformen des Marktes und der Hierarchie zu kontrastieren oder institutionelle Realphänomene als unterschiedliche Mischungsverhältnisse von marktlichen und hierarchischen Elementen zu betrachten und deren Auswirkungen auf die technische Entwicklung zu untersuchen. Netzwerkartige Formen der Koordination, die in den 1990er Jahren vor allem auf der Ebene der Unternehmens- und Produktionsorganisation zunehmend in das Blickfeld gerückt sind (Powell 1990), wurden erst spät als Einflussfaktoren auf Technik thematisiert.

Meist im Zusammenhang mit der Entstehung und Ausbreitung *neuer* Techniken bilden sich „Innovationsnetzwerke“, d.h. „netzwerkartige Beziehungen zwischen den technikerzeugenden, -verwendenden und -regulierenden Sozialsystemen“ (Kowol und Krohn 1995: 78). Die Netzwerke umfassen nicht nur die unmittelbar interessierten technischen Innovatoren und deren Firmen. Sie sind also keine reinen „networks of innovators“ (Freeman 1991), sondern heterogene Netze, in denen z.B. auch Nutzer, Regulierer und andere Akteurguppen eine Rolle spielen. Basierend auf Verhandlung und Vertrauen helfen sie, Komplexität zu bewältigen und Unsicherheit dort zu reduzieren, wo Märkte, speziell hinsichtlich des Informationsflusses, und Hierarchien, vor allem bezüglich der Flexibilität, tendenziell versagen (Kowol und Krohn 1995; vgl. auch Rammert 1997).

Untersuchungen der konkreten Auswirkungen der Innovationsnetzwerke auf die Technik sind selten. Zumeist wird allein mit Blick auf Erfolg bzw. Misserfolg gezeigt, dass die Entstehung von Erfolg versprechenden technischen Innovationen von der Bildung und Stabilisierung sozialer Netzwerke abhängt, in denen etwa Universitäten und in Forschung und Entwicklung tätige Firmen innerhalb einer bestimmten Region zusammenarbeiten (Giesecke 2001a). Dabei spielen politische Agenturen oft eine Rolle als Förderer und Moderator (Häusler, Hohn und Lütz 1994).²³

²³ In diese Richtung gehen auch einige der im Anschluss an Gibbons et al. (1994) durchgeführten Untersuchungen über „Neue Formen der Wissenserzeugung“ (Bender (Hrsg.) 2001) sowie die „Triple Helix“ Studien über „University-Industry-Government Relations“ (Etzkowitz und Leydesdorff 1998; Leydesdorff und Etzkowitz 1998). Im Innovationsprozess vernetzen sich bislang eher lose miteinander verbundene Organisationen aus Politik, Wissenschaft und Wirtschaft. Gleichzeitig übernehmen sie Aufgaben, die früher ausschließlich im Kompetenzbereich der Organisationen des jeweils anderen Sektors lagen.

Eine der wenigen Arbeiten, die den Netzwerkansatz spezifischer auf den Prozess der Entwicklung und Durchsetzung von Technik anwenden, hat eine Forschergruppe unter der Federführung von Johannes Weyer vorgelegt (Weyer et al. 1997). Für sie hat jeder technische Innovationsprozess eine temporale und eine soziale Dimension. Ähnlich wie in der bereits vorgestellten Arbeit von Hughes folgt der zeitliche Ablauf einem Phasenmodell. Erfolgreiche Innovationen durchlaufen Phasen der Entstehung, der Stabilisierung und der Durchsetzung. Parallel dazu ändert sich in der sozialen Dimension das Netzwerk der die Innovation tragenden Akteure. Nur, so die zentrale These der Autoren, wenn es den an der Konstruktion einer Technik beteiligten Akteuren gelingt, „soziale Netzwerke zu konstruieren und derart zu stabilisieren, dass sie eine solide Basis für ein Technikprojekt bilden“, wird eine neue Technik erfolgreich sein (Weyer et al. 1997: 20). In der Anfangsphase werden eher zufällige Erfindungen von innovativen Akteuren in ein allgemeines Konstruktionsmodell mit grundlegenden Spezifikationen der Architektur, Herstellung und Nutzung einer Technik überführt. Es bildet sich ein Netzwerk von potentiell interessierten Akteuren. In der nächsten Phase vernetzen sich strategiefähige Akteure zum Zwecke der Förderung der Technik im eigenen Interesse. So wird Unsicherheit absorbiert, was die weitere Entwicklung der Innovation ermöglicht. Aus der innovativen Idee und dem allgemeinen Modell wird ein technischer Prototyp. In der Durchsetzungsphase schließlich öffnet sich das Netzwerk für neue Mitglieder wie Nutzer, Betroffene, Betreiber, gegebenenfalls auch Kritiker. In dieser Phase werden auch neue Verwendungszusammenhänge und Nutzungsformen einer Innovation erfunden. Wenn sich nicht in jeder der drei Entwicklungsphasen ein Netzwerk herausbildet und sozial konsolidiert, das in der Lage ist, die notwendigen Entscheidungen zu fällen und entsprechende nicht nur technische Konstruktionsleistungen zu erbringen, wird die Innovation auf der einmal erreichten Stufe verharren. Insbesondere für die Durchsetzung der Technik ist die „konsequente Öffnung“ der Netze entscheidend (Weyer et al. 1997: 330). Aus dieser Perspektive sind Entstehung, Stabilisierung und Durchsetzung der Technik je eigenständige Innovationsschritte.

In vier Fallstudien zum Airbus, zum Personal Computer, zum Transrapid und zum Satellitenfernsehen untersuchen die Autoren die Technikentwicklung entlang den Linien des Phasenmodells, wobei die Abgrenzung der Phasen der Entstehung, der Stabilisierung und der Durchsetzung im Einzelfall schwierig ist. Dies hängt auch damit zusammen, dass die materialreiche Studie in einem Fall eine ganze Klasse von technischen Hard- und Softwarelösungen verschiedener Hersteller unter der Sammelbezeichnung Personal Computer und in einem anderen mit dem Airbus eine spezifische von einem Firmenkonsortium entwickelte innovative Variante des düsengetriebenen Passagierflugzeugs im Bereich der Unterschall-Geschwindigkeit untersucht.

Aus einer theoretischen Perspektive erscheint es wichtig, dass die Herausbildung der Netzwerke als teils völlig ungeplante Prozesse spontaner Selbstkoordination beschrieben wird (Weyer et al. 1997: 99). Die Verschränkung bzw. Überlappung dieser institutionellen Form, die auf Vertrauen und Verhandlung basiert, mit denjenigen der

hierarchischen und der marktförmigen Koordination wird nicht systematisch behandelt. Vielleicht unterbleibt auch deshalb der zweifellos schwierige Versuch, die Netzwerke zu typisieren und im Hinblick auf ihre Leistungsfähigkeit zu vergleichen (vgl. Beije 1998: 272-274). Würde z.B. das Machtgefälle zwischen den Akteuren berücksichtigt, so ließe sich die von den Autoren nur beiläufig eingeführte Unterscheidung von „klientelistischen, korporatistischen und pluralistischen“ Netzwerken (Weyer et al. 1997: 334). in Beziehung setzen zum Verlauf und Ergebnis der Entwicklungsphasen der Technik (vgl. auch Dolata 2003: 35-81).

Die institutionelle Einbettung von Verhandlungssystemen, die der Koordination technischer Entwicklungen dienen, spielt in einigen Studien über Prozesse technischer Standardisierung eine wichtige Rolle. Viele Standards koordinieren das Zusammenwirken technischer Komponenten in größeren Systemzusammenhängen, und damit beeinflussen sie auch die funktionale und strukturelle Entwicklung dieser Systeme (Schmidt und Werle 1994). Für die großen technischen Infrastruktursysteme wurden Standards lange Zeit zumindest in den Monopolbereichen der Netzbetreiber hierarchisch gesetzt. In der Computerindustrie, aber auch in anderen Industrien sind es oft die großen Global Players, die Standards quasi hegemonial durchsetzen (vgl. Genschel und Werle 1993). Daneben können sich Standards auch ungesteuert im Markt ausbreiten. In sehr großer Zahl werden sie aber in Komitees ausgehandelt (Genschel 1995). Solche Komitees sind eingebettet in die großen nationalen und internationalen offiziellen Standardisierungsorganisationen. Teilweise haben sie aber auch einen eher privaten inoffiziellen Charakter in Form von gelegentlich ad hoc gebildeten (Industrie-)Konsortien und Foren. Die Standardisierungsorganisationen unterscheiden sich zudem im Hinblick auf ihre Größe, die Regeln ihrer Mitgliedschaft und einige andere Merkmale. Dennoch zeigt sich im organisatorischen Feld der Komiteestandardisierung eine bemerkenswerte institutionelle Isomorphie (vgl. hierzu DiMaggio und Powell 1991). Die Komitees sind mit Einschränkungen offen für die Mitarbeit aller an den Standards interessierten Organisationen, wobei die von ihnen delegierten Personen im gegebenen institutionellen Kontext oft relativ eng miteinander vernetzt sind. Die Mitarbeit wird nicht bezahlt, und Organisationen der Standardisierung sind nicht Gewinn orientiert. Für die Entscheidungen in den Komitees gilt das Konsensus Prinzip. Die Standards sind rechtlich nicht verbindlich und in der Regel öffentliche Güter (Werle 2001a).

Diese institutionellen Bedingungen wirken sich zusammen mit den Strategien der involvierten Akteure auf das Ergebnis der Prozesse der Standardisierung, also darauf aus, ob ein Standard überhaupt zu Stande kommt und wie er spezifiziert ist, was wiederum die Entwicklung technischer Systeme beeinflusst.²⁴ So war der relative Misserfolg des bereits erwähnten deutschen Bildschirmtextsystems und seiner Pendants in Europa und Übersee auch eine Folge der Tatsache, dass man sich in

²⁴ Andere institutionelle Bedingungen würden andere Standards hervorbringen. Auch kleinere institutionelle Unterschiede können im Einzelfall einen Unterschied machen. Komiteestandards unterscheiden sich zudem in aller Regel von Marktstandards (vgl. Farrell und Saloner 1988). Eine gewisse Rolle spielen Marktprozesse in der Standardisierung jedoch fast immer.

Verhandlungen in der Internationalen Telekommunikationsunion (ITU) nicht auf einen gemeinsamen Standard einigen konnte und eine Mehrheitsentscheidung zu Gunsten des Standards eines der verschiedenen Systeme praktisch nicht möglich war (Schmidt und Werle 1998: Kapitel 7). Ein einheitlicher Standard wäre aber erforderlich gewesen, um die Grenzen der national abgeschotteten Märkte zu überwinden. Ohne gemeinsamen Standard ließen sich die nationalen Systeme gar nicht oder nur mit großem Aufwand koppeln. Verglichen mit dem Internet, für das zentrale Kompatibilitätsstandards im Konsens verabschiedet wurden, blieb das System aus einer globalen Perspektive fragmentiert. Bei einem anderen Telekommunikationsdienst, dem Telefax, hingegen ist es über viele Jahrzehnte immer wieder gelungen, sich auf international gemeinsame Standards zu einigen, was dazu geführt hat, dass dieser Dienst schon seit langer Zeit – ähnlich dem Telefondienst – weltweit zur Verfügung steht und unterschiedlich spezifizierte Telefaxgeräte miteinander kompatibel sind (Schmidt und Werle 1998: Kapitel 8).

Das Beispiel der technischen Standardisierung zeigt, dass die institutionellen Bedingungen der Entwicklung von Technik nicht nur bei der konkreten Arbeit an einer bestimmten technischen Lösung, sondern auch mehr indirekt in vorgelagerten bzw. parallel laufenden institutionalisierten Prozessen der Koordination oder Regulierung eine Rolle spielen. Dies wird leicht übersehen, wenn man allzu sehr dem in der Technikforschung verbreiteten „follow the actors“ Prinzip folgt (Latour 1987).²⁵ Dem Netzwerkansatz muss man einen solchen Vorwurf nicht unbedingt machen, kann er doch von der Anlage her netzwerkartige Formen der Koordination in verschiedenen Phasen und auf verschiedenen Ebenen der Entwicklung einer Technik ebenso einbeziehen wie die Form und die Stärke der Vernetzung verschiedener Netze. Auch können Netzwerke als eingebettet in umfassendere gesellschaftliche Strukturen²⁶ oder, spezifischer, in andere Institutionen der Koordination betrachtet werden, was ihre Struktur und ihre Leistungsfähigkeit beeinflussen kann. Zudem müssen Unterschiede zwischen einzelnen Netzknoten im Hinblick auf deren Macht oder Einfluss keineswegs ausgeblendet werden, es sei denn, man benutzt eine Definition des Netzwerks, die dieses ausschließlich als ein Beziehungsgeflecht unter Gleichen versteht.²⁷

In einer zusammenfassenden Betrachtung der theoretischen Leistungsfähigkeit des techniksoziologischen Institutionalismus können wir festhalten, dass den meisten

²⁵ Hier liegt auch einer der zentralen Kritikpunkte an den sozialkonstruktivistischen Ansätzen in der Technikforschung (vgl. Klein und Kleinman 2002).

²⁶ Dies betont der „societal constructivism“ (Disco und Van der Meulen 1998), der (nur) in dieser Hinsicht zu Recht für sich in Anspruch nimmt, die Schwächen des Sozialkonstruktivismus zu überwinden (vgl. Weyer 2004).

²⁷ Die in der Standardisierung beteiligten Akteure sind keineswegs gleich. Sie verfügen über unterschiedliche Ressourcen und Einflussmöglichkeiten. Im Standardisierungsprozess spielen diese Unterschiede keine oder nur eine untergeordnete Rolle, wenn das Konsensus Prinzip die zentrale Entscheidungsregel ist. Dieser institutionelle Faktor ebnet also die Unterschiede zwischen den Akteuren ein.

Arbeiten gemeinsam ist, Technikentwicklung als soziale Koordinationsleistung zu verstehen, die in den institutionellen Formen des Marktes, der Hierarchie und des Netzwerkes erbracht wird. Diese Formen sind oft miteinander verschränkt. In einzelnen Studien werden sie weiter differenziert. Auch werden innerhalb der jeweiligen Koordinationsformen bestimmte Konstellationen und Typen (z.B. korporativ, kollektiv, individuell oder staatlich, privat) von Akteuren unterschieden. Vergleiche von Ländern werden deshalb durchgeführt, weil in ihnen die Formen der Koordination unterschiedlich gemischt sind oder weil je andere Formen dominieren. Die Ausgangstypologie von Markt, Hierarchie und Netzwerk wird nicht systematisch weiter entwickelt. Zwar lassen sich Entsprechungen zwischen diesen Koordinationsformen und der Struktur großer technischer Systeme feststellen. So haben die Auflösung der Monopole in der Telekommunikation und der Übergang zu stärker marktförmiger Koordination zu einer Dezentralisierung und loserer Kopplung der Netze geführt. Doch bleibt weitgehend ungeklärt, wie sich die Koordinationsformen zu den verschiedenen Phasen bzw. Stufen der Entwicklung von Technik verhalten. Zweifellos hat sich der techniksoziologische Institutionalismus, wie auch andere techniksoziologische Ansätze, vorwiegend dadurch profiliert, dass er die Fragwürdigkeit technikdeterministischer Vorstellungen aufzeigt, ohne jedoch technische Systeme als beliebig formbar und veränderbar zu betrachten.

Der techniksoziologische Institutionalismus interessiert sich stärker für die Entwicklung technischer Infrastrukturen oder großer (vernetzter) technischer Systeme als für einzelne technische Artefakte. Vorstellungen linearer Entwicklung von Technik werden als unangemessen kritisiert, allerdings sind Phasenmodelle weit verbreitet. In zeitlicher, manchmal auch sachlicher Abfolge durchlaufen die Systeme verschiedene Phasen. Dabei folgen sie Mustern wie „Entstehung, Stabilisierung, Durchsetzung“ oder „Expansion, Differenzierung, Transformation“ oder auch nur „Fragmentierung und Integration“. Die Abläufe können sich zyklisch wiederholen, und die Entwicklung geht nicht unbedingt in Richtung auf immer größere Effizienz oder Effektivität. Wenn also von Erfolg oder Misserfolg im Zusammenhang mit der Ausbreitung und Durchsetzung einer Technik gesprochen wird, dann ist damit nicht impliziert, dass die erfolgreiche der erfolglosen Technik in jeder Hinsicht überlegen ist.²⁸

Im Institutionalismus wird die Technik in der Regel nicht so differenziert analysiert wie in anderen Feldern der Techniksoziologie. Eine stärkere Differenzierung hätte allerdings auch keinen Nutzen, wenn nicht auch entsprechend differenzierte institutionelle Konzepte verwendet würden. Bei den Studien, in denen technische und institutionelle Elemente detailliert erfasst werden, handelt es sich um klassische Fallstudien zu einer bestimmten Technik in einem einzelnen Land. In ihnen übersteigt die Liebe zum Detail oft das Interesse an Generalisierung.

In den hier diskutierten Arbeiten hat die Technik nicht immer ausschließlich den Status einer abhängigen Variablen. Einige Autoren bezeichnen die betrachteten

²⁸ Auch neuere evolutionstheoretisch orientierte Studien der Entwicklung technischer Systeme tun dies nicht mehr. Sie betonen vielmehr die „different dimensions of merit“, die bei Entscheidungen über die Architektur der Systeme eine Rolle spielen (Tushman und Rosenkopf 1992: 334).

Systeme als sozio-technische Systeme, um damit zu verdeutlichen, dass die technischen Komponenten größerer Systeme quasi gleichberechtigt neben die sozialen Komponenten treten. So entstehen sozio-technische Konfigurationen, in denen sogar die Technik selbst als im Durkheimschen Sinne die sozialen Handlungen koordinierende institutionelle Tatsache erscheinen kann. Im Extremfall wird großen technischen Systemen eine „Steigerung funktioneller Interdependenz und sozialer Vernetzung“ sowie eine Verstärkung institutioneller Koordinationsformen, also eine erhebliche Prägekraft, zugerechnet (Mayntz 1993). In der Regel werden institutionelle Variablen aber als konstant oder schwer änderbar verstanden. Die Technik muss sich irgendwie einpassen oder soweit „kompatibel“ mit dem institutionellen Umfeld sein, dass sie sich etablieren kann (vgl. Burns und Baumgartner 1984).

5. Forschungsperspektiven

Für die diskutierten institutionellen Ansätze der Technikanalyse hat die Entstehung und Entwicklung von Technik einen unterschiedlichen Stellenwert. Die Innovationstheorie, die sich neben den technischen vor allem für organisatorische Neuerungen und neuerdings sehr stark für die Entstehung und Absorption neuen Wissens interessiert, wendet sich in ihrer zentralen Stoßrichtung gegen die Neoklassik. Technische Innovationen werden endogenisiert, und es wird gezeigt, dass, vor allem national, aber auch sektoral und regional unterschiedliche institutionelle Systeme quantitativ und qualitativ unterschiedlich innovativ sind. In manchen Ländern entsteht häufiger Neues als in anderen. Zudem können die Innovationen inkrementell oder radikal sein. Der innovationstheoretische Institutionalismus verwendet in der Regel ein sehr breites und insgesamt wenig konsistentes Institutionenkonzept, was die theoretische Entwicklung dieses Ansatzes stark behindert hat.

Im Gegensatz dazu bemüht sich der politökonomische Institutionalismus stärker um ein theoretisch anschlussfähiges Konzept von Institutionen bzw. institutionellen Konstellationen, weil er nicht nur ökonomische Performanz, sondern teilweise auch institutionellen Wandel analysiert. Im Vordergrund steht der Regelcharakter von Institutionen. Als recht fruchtbar hat sich die stark stilisierte Unterscheidung von auf die Produktion bezogenen Institutionensystemen in liberale und koordinierte Marktwirtschaften erwiesen. In ihrer idealtypischen Form weisen die beiden ein hohes Maß an interner Komplementarität der institutionellen Elemente auf, was ihnen entsprechend große Stabilität verleiht. Mit Blick auf die ökonomische Performanz bieten beide Typen je spezifische komparative Vorteile. Dies alles macht es unwahrscheinlich, dass trotz einer globalisierten Ökonomie die nationalen Institutionensysteme konvergieren.

Technische Innovationen haben in den politökonomischen Arbeiten hauptsächlich deshalb eine Bedeutung, weil sie die ökonomische Performanz einer Volkswirtschaft beeinflussen. In dieser Hinsicht erweist sich die liberale der koordinierten Marktwirtschaft nicht als durchweg überlegen. Vielmehr beweisen die Ökonomien ihre spezifische Leistungsfähigkeit in Bezug auf unterschiedliche Typen von technischen Innovationen. Liberale Marktwirtschaften begünstigen radikale Innovationen, während in koordinierten Marktwirtschaften vorwiegend inkrementelle Innovationen entstehen. Diese bereits in den innovationstheoretischen Studien überwiegend benutzte Unterscheidung zwischen radikalen und inkrementellen Innovationen erfährt im politökonomischen Institutionalismus eine sehr brauchbare Erweiterung. Um die Frage zu beantworten, warum in koordinierten Marktökonomien wider Erwarten auch relativ häufig radikale Innovationen auftreten können, wird in einigen Studien zwischen diskreten und kumulativen Techniken unterschieden. Letztere können, wenn erst einmal die technische Basis gelegt ist, Schritt für Schritt weiter entwickelt werden. In dieser Hinsicht „passen“ sie in die koordinierten Marktwirtschaften, auch wenn sie, was ihre Grundlagen anbetrifft, als radikale Innovationen entstanden sind. Radikale Innovationen, die sich inkrementell weiter entwickeln lassen, können demnach auch in koordinierten Ökonomien gedeihen.

Der techniksoziologische Institutionalismus betrachtet Technikentwicklung in erster Linie als ein Koordinationsproblem. Entsprechend bilden (große) technische Systeme den bevorzugten Untersuchungsgegenstand. Wie in den politökonomischen Arbeiten werden Institutionensysteme überwiegend als Regelsysteme verstanden. Allerdings beschränkt sich die Techniksoziologie zumeist darauf, die Formen institutioneller Koordination nach ihren Grundtypen Hierarchie, Markt und Netzwerk zu sortieren. Nur gelegentlich werden Mischformen betrachtet. Damit liegen die Probleme ähnlich wie beim innovationstheoretischen Institutionalismus. So wie sich dieser vor allem dadurch profiliert, dass er die Schwächen neoklassischer Ansätze aufzeigt, gewinnt der Institutionalismus in der Techniksoziologie, ähnlich wie der Großteil der anderen Ansätze in dieser soziologischen Teildisziplin, seine Attraktivität dadurch, dass er die Fragwürdigkeit des Technikdeterminismus und der Vorstellung linearer Technikentwicklung aufzeigt. Eine techniksoziologisch fruchtbare Weiterentwicklung der institutionellen Theorie ist nur ansatzweise erfolgt. Speziell die Variante des akteurzentrierten Institutionalismus ist hier zu nennen. Sie hilft, technische Veränderungen innerhalb eines relativ fest gefügten institutionellen Rahmens zu erklären, indem sie Akteurkonstellationen und Akteurstrategien als innerhalb dieses Rahmens variierende Einflussfaktoren konzeptualisiert.

Bemerkenswert ist, dass sich der Blick des techniksoziologischen Institutionalismus zwar auch auf den Erfolg oder Misserfolg einer technischen Innovation sowie auf allgemeine architektonische Merkmale der Systeme, wie zentralisiert oder dezentralisiert, richtet, dass aber das Hauptinteresse der zeitlichen und sachlichen Abfolge der Entwicklung technischer Systeme und der Lösung der sich jeweils ergebenden Entwicklungs- und Koordinationsprobleme gilt. Danach durchlaufen die Systeme verschiedene Phasen, die sich zyklisch wiederholen können. Die Systeme

entwickeln in diesem Prozess eine Eigendynamik, welche die sie einbettenden Institutionen mit jeweils unterschiedlichen Anforderungen konfrontiert. Eine gegebene institutionelle Konstellation, die sich in der Regel nur langsam oder gar nicht ändert, fördert oder behindert einen bestimmten Entwicklungsverlauf der Technik.

Obwohl der Stellenwert der Technik im innovationstheoretischen, im politökonomischen und im techniksoziologischen Institutionalismus jeweils verschieden ist, teilen die Ansätze das Interesse an technischen Innovationen und deren Entwicklung. Die Technik wird gelegentlich – speziell in der Techniksoziologie – relativ detailliert betrachtet. In der Regel bedienen sich die Ansätze jedoch einfacher Kategorisierungen wie radikal und inkrementell. Dieses „black-boxing“, wenn es nicht zu undifferenziert bleibt, ermöglicht es noch am ehesten, allgemeine Zusammenhänge oder Korrespondenzen zwischen institutionellen Konstellationen und technischen Entwicklungen herauszuarbeiten. Dies gilt zumindest, wenn und so lange auch institutionelle Konstellationen stark generalisierenden Typisierungen wie Hierarchie, Markt, Netzwerk oder koordinierte bzw. liberale Marktwirtschaften unterliegen. Die Alternative, Institutionen und Technik detailliert zu erfassen, hat bislang noch keine überzeugend generalisierbaren Ergebnisse gezeitigt.

In allen drei Ansätzen, mit wenigen techniksoziologischen Ausnahmen, wird die Technik vorwiegend als abhängige Variable behandelt. Allerdings ist ihre Entwicklung offensichtlich institutionell unterdeterminiert. Immer sind noch andere Faktoren im Spiel, die die Technik beeinflussen. Zudem gibt es jeweils auch Technik induzierte Triebkräfte, die einen von ihnen ausgehenden Veränderungsdruck auf die Institutionen auslösen können. Solange, wie in den diskutierten Arbeiten angenommen, die Institutionen relativ resistent gegenüber diesem Druck sind, kann zwar technischer Wandel exogen eingeleitet werden, er wird sich aber nur durchsetzen, wenn er mit der jeweiligen institutionellen Konstellation zumindest kompatibel ist. Im Falle von Inkompatibilität wirkt diese Konstellation als „adverse environment“ (Jürgens, Naumann und Rupp 2000) und verhindert, dass sich die neuen Techniken ausbreiten.

Müssten nicht Arbeiten, in denen Institutionen zur Erklärung technischen Wandels herangezogen werden, grundsätzlich auch den umgekehrten Kausalzusammenhang einbeziehen? Angedeutet wird diese Möglichkeit in einigen Studien. So postuliert das innovationstheoretische Konzept des Wandels eines techno-ökonomischen Paradigmas, dass revolutionäre technische Veränderungen ein überkommenes institutionelles Regime beseitigen und ein neues etablieren (Freeman und Perez 1988). Zudem wird aus komparativer Perspektive argumentiert, dass in Ländern, in denen sich eine neue Technologie weniger erfolgreich als in anderen entwickelt, zunächst vor allem in den technologiepolitisch relevanten Institutionen Veränderungsprozesse ausgelöst werden, die die Passfähigkeit zwischen Technik und Institutionen verbessern können (Giesecke 2001b). Ähnliches findet sich in politökonomischen Arbeiten zur „institutional adaptiveness“ (Casper 2000). In der Techniksoziologie schließlich wird ebenfalls in diese Richtung gehend festgestellt, dass die teils technologiepolitisch geförderte Herausbildung netzwerkförmiger Koordinationsstrukturen „eine soziale Innovation zur

Hervorbringung von technischen Innovationen“ darstellt, wobei technische und institutionelle Innovationen „rekursiv aufeinander bezogen“ seien (Krücken und Meier 2003: 79). Gleichzeitig ist die Rede von einer „koevolutionären Beziehung“ zwischen den staatlichen Institutionen und den technischen Infrastruktursystemen (Mayntz 1993: 105).

Diese Idee spielt mehrfach in evolutionstheoretisch ausgerichteten Studien über technische Entwicklung eine Rolle. Die Überlegungen zur „Coevolution of Technologies and Institutions“ (Nelson 1994) bleiben jedoch eher programmatisch. Soweit einschlägige Studien empirisch ausgerichtet sind, bedienen sie sich des Materials der Technikgeschichte. Technikentwicklung wird als ein zyklischer Prozess verstanden. Er beginnt mit einer Phase der technischen Diskontinuität, setzt sich fort in der Phase der Beschleunigung, in der substitutive Techniken konkurrieren, bis sich in der nächsten Phase ein dominantes Design durchsetzt, das anschließend nur noch inkrementell weiter entwickelt wird (Rosenkopf und Tushman 1994; auch Tushman und Rosenkopf 1992). In diesem Prozess wechseln sich Perioden „sozialer Konstruktion“, d.h. organisatorischer und institutioneller Gestaltung der Technik, ab mit solchen des „technischen Determinismus“, d.h. der technisch induzierten Prägung der Technik, aber auch der organisatorischen und institutionellen Umwelt (Rosenkopf und Tushman 1994: 404).

Das Konzept der Koevolution bietet zweifellos eine interessante Forschungsperspektive, erscheint aber aus der Sicht des Institutionalismus als zu wenig spezifisch, was den Zusammenhang zwischen technischen und institutionellen Entwicklungen anbetrifft. Um diesen deutlicher herauszuarbeiten, sollte zunächst in Fallstudien und konzentriert auf Innovationen nach Wechselwirkungen zwischen institutionellen und technischen Neuerungen gesucht werden.²⁹ Leitvorstellung dabei ist, dass sich in interaktiven Prozessen – vermittelt über und beeinflusst durch Akteurhandeln – Technik und Institutionen verändern, wobei der technische ebenso wie der institutionelle Wandel immer auch noch von anderen, aus dieser Sicht exogenen Faktoren beeinflusst wird. Der aus einem auf Wechselwirkungen fokussierten Untersuchungsdesign resultierende Zwang, Kategorien institutionellen und technischen Wandel systematisch aufeinander zu beziehen, könnte sich als insgesamt fruchtbar auch für die institutionelle Theoriebildung erweisen.

²⁹ In diese Richtung weist eine Untersuchung zu den „Interaktionen“ zwischen wissenschaftlichem, institutionellem und organisatorischem Wandel in der Molekularbiologie (Henderson, Orsenigo und Pisano 1999).

Análisis institucionalista de la tecnología

Estado de la cuestión y perspectiva

Raymund Werle

Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung

traducido por

Karsten Krüger & Alba Molas & Jesus Romero

© Copyright: Raymund Werle, 2006.

© Copyright: dia-e-logos 2006.

Publicación original en alemán

Werle, Raymund (2003) *Institutionalistische Technikanalyse. Stand und Perspektiven*. Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung. MPIfG Discussion Paper 03/8. Köln. [ISSN 0944-2073]

Referencia bibliográfica:

Werle, Raymund (2006) Análisis institucionalista de la tecnología. Estado de la cuestión y perspectiva. En dia-e-logos – Revista para ciencias sociales. Universidad de Barcelona, Vol. II, Nr. 1, 1 de octubre 2006 [<http://www.dia-e-logos.com>]

Resumen: En las diferentes ramas de las ciencias sociales se han desarrollado enfoques institucionales que analizan la generación, el desarrollo y la expansión de tecnologías sin que sean el tema central de sus estudios. Los enfoques más importantes provienen de las áreas de investigación de los sistemas nacionales de innovación, de las variedades del capitalismo y de la sociología de la tecnología, área desde la cual se argumenta en este artículo. Muchos de estos trabajos usan una distinción simple de tipos de tecnología o de innovaciones tecnológicas (por ejemplo: radical / incremental). Muchos usan implícita- o explícitamente modelos de fases del desarrollo tecnológico. Excepto en estudios sociológico-históricos, se renuncia, además, a una descripción detallada de las tecnologías en cuestión. Este 'black-boxing' podría facilitar la detección de interrelaciones generalizables entre las configuraciones institucionales y el desarrollo tecnológico, lo cual, solo se ha conseguido en raras ocasiones. La causa se encuentra en el hecho de que, especialmente, la teoría de la innovación, pero también parte de la sociología de la tecnología y en menor medida los estudios sobre variedades del capitalismo tienen una carencia de conceptualización teórica de la configuración institucional y sus cambios. Otra carencia es que solo en escasas ocasiones se analiza el impacto de los cambios tecnológicos en las instituciones.

1. Objetivo¹

Después de un largo periodo del determinismo tecnológico, en que se ha considerado mayoritariamente la tecnología como un factor de influencia independiente (exógeno) que marca las relaciones sociales, desde hace más de dos décadas la teoría social está tratándola como una variable dependiente². En la mayoría de los estudios los fenómenos que se pretenden explicar son la génesis de la tecnología y sus trayectorias de desarrollo, la creación de innovaciones tecnológicas o la difusión de infraestructuras tecnológicas y por supuesto la adaptación y el uso de la tecnología en la vida cotidiana. Los enfoques teóricos, que se usan para la interpretación, recurren a todas las posibilidades que ofrece el arsenal teórico de las ciencias sociales.

En este artículo se discuten conceptos que ponen mucho énfasis en los factores institucionales para el análisis de (algunos aspectos específicos de) la tecnología, sin que la tecnología esté necesariamente siempre en el punto de mira. Sin embargo la tecnología es generalmente la variable dependiente respecto a las constelaciones institucionales analizadas. Se analiza pocas veces -y además de forma poco detallada- su papel como variable independiente que puede influir en el desarrollo de las instituciones. Por lo tanto, el análisis institucionalista de la tecnología hace referencia generalmente a estudios, que hacen uso de los variables institucionales para explicar el cambio tecnológico y, por regla general, no a investigaciones sobre el rol de la tecnología en los procesos del cambio institucional. En el centro de la reflexión está la pregunta acerca de cómo y con qué resultado se concibe y se analiza la tecnología, su generación y su desarrollo en las diferentes obras. Sin pretensión de hacer una comparación sistemática, se incluyen tres líneas de investigación: los estudios sobre los sistemas nacionales de innovación como el institucionalismo teórico innovador; los estudios recientes sobre las variantes del capitalismo, que llamamos aquí institucionalismo político económico, y la línea más amplia del nuevo institucionalismo, que en cuanto a su referencia a la tecnología se denomina institucionalismo técnico-sociológico. Los estudios aquí discutidos no persiguen siempre el objetivo primordial de analizar la generación y el desarrollo de tecnologías, lo que ocurre menos en el caso de las investigaciones sobre las variedades del capitalismo. En cada caso, sin embargo, la tecnología es considerada un elemento importante en un conjunto de variables, teniendo el enfoque común esencialmente en el tema de la "innovación" tecnológica y en la cuestión, ¿que innovación se impone o fracasa y en que circunstancias? Así como las obras discutidas comparten el interés en las "innovaciones" tecnológicas, comparten también un concepto común de "instituciones". A pesar que el grado de diferenciación

¹ Agradezco los comentarios críticos y útiles de Knut Lange, Renate Mayntz y Arndt Sorge.

² En Alemania ha sido Burkhart Lutz, quien declaró en el "Soziologentag 1986" en Hamburgo el fin del determinismo tecnológico. (Lutz 1987).

en el uso del concepto varía de estudio a estudio, estas diferencias conceptuales tienen solamente una naturaleza gradual.

2. Institucionalismo teórico innovador

En un artículo extenso del año 1988, Giovanni Dosi fue el primero que intento resumir y discutir las perspectivas y los resultados de obras recientes sobre los determinantes y efectos de la innovación escritos en su mayoría desde una perspectiva económica, pero sin orientación neoclásica sino más bien institucionalista. Su exposición muestra los diferentes intentos de endogenizar las innovaciones tecnológicas (Dosi 1988: 1120 f.). Los estudios institucionalistas ponen su punto de mira principal en las constelaciones o los sistemas institucionales específicamente nacionales como factores de influencia.

Dosi construye una relación general entre los supuestos espacios de oportunidades tecnológicas (*notional technological opportunities*), los estímulos y los rasgos característicos del proceso de búsqueda de innovación dentro de este espacio de oportunidades, el rol de los factores del mercado en la puesta a disposición de recursos y de la orientación concreta de este proceso así como finalmente las consecuencia de las innovaciones en la estructura industrial y de la capacidad económica (Dosi 1988: 1120 f.). Las innovaciones tecnológicas ofrecen, según esta perspectiva, soluciones a problemas que deben ser, al mismo tiempo, bajos en costes y potencialmente comerciables. En el sentido estricto, las innovaciones no están necesariamente basadas en la ciencia. En su generación juegan, a parte del conocimiento científico formal, un gran papel el conocimiento individual o colectivo basado en experiencia, que es el resultado del uso y de la utilización cotidiana de los artefactos técnicos y que sigue siendo muchas veces informal e implícito (conocimiento tácito según Polanyi). En muchos casos, las definiciones de los problemas para cuya solución se busca una innovación, tampoco son explícitas y siguen siendo difusas. En consecuencia, las innovaciones tienen generalmente un aire de casualidad y de inesperado a pesar de que se están moviendo en el marco de trayectorias determinadas de desarrollo tecnológico.

En el proceso de búsqueda de innovaciones tecnológicas económicamente explotables, los actores más relevantes son aquellas empresas que quieren mejorar y diversificar regularmente su base tecnológica. Se trata de un proceso acumulativo que toma como base el conocimiento tecnológico ya disponible en la empresa. Dosi resalta la similitud entre los procesos de búsqueda del ámbito tecnológico y los del ámbito científico. Y es por eso que introduce el término del paradigma tecnológico en analogía al paradigma científico (Dosi 1988: 1127). El paradigma tecnológico define el modo de búsqueda y los recursos de conocimiento relevantes, que tienen un carácter parcialmente público y parcialmente privado, y fundamenta la utilidad económica. Se reproduce y se establece institucionalmente en el curso del tiempo y constituye de esta

forma las trayectorias de la innovación tecnológica. La idea de la existencia de determinadas trayectorias del desarrollo tecnológico es compartida por muchos autores e implica que el progreso tecnológico se produce generalmente en estas vías “normales” dentro del marco de un paradigma tecnológico y solamente en contadas ocasiones toma una vía “extraordinaria”, que está vinculada a la constitución de un nuevo paradigma. Estos paradigmas nuevos se constituyen generalmente en el marco de mayores avances científicos. Por supuesto, no sólo la ciencia influye en la tecnología, sino que a la inversa, el desarrollo tecnológico influye en la ciencia (Dosi 1988: 1136).

La búsqueda de lo nuevo forma parte de las rutinas organizativas de las empresas. Los impulsos adicionales para esta búsqueda podrían provenir de estímulos específicos de los mercados (*market pull*) o de las condiciones de la apropiación (*appropriability conditions*) de la innovación (posibilidad para que sea patentado etc.) (Dosi 1988: 1141). Del tipo de tecnología y del contexto económico e institucional depende cuáles de estos factores estimulan e inducen, en el caso concreto, una innovación concreta o la obstaculizan o la impiden. Por lo tanto, no se trata siempre o solamente en primer término de factores de mercado (Dosi 1982). Algunos de estos factores varían según el sector, pero en su conjunto se trata de las complejas estructuras institucionales de los estados nacionales capitalistas, que determinan con su modo específico la forma y la velocidad del progreso tecnológico (Dosi 1988: 1148).

Dosi remite al final de su minucioso análisis bibliográfico a las diferencias considerables existentes entre, por un lado, los estudios de los historiadores de la economía y de los investigadores de la tecnología enfocados en casos detallados y, por otro lado, los conceptos de la tecnología más limitados usados en la teoría económica orientados a afirmaciones generalizadoras (Dosi 1988: 1164). Él mismo usa este concepto limitado y ni siquiera rebasa el esquema tipológico diferenciando entre determinados componentes eléctricos y electrónicos en su estudio exhaustivo sobre la industria de semiconductores (Dosi 1984)³. A pesar de que Dosi hace una comparación del desarrollo de la industria de semiconductores en varios países y que subraya la importancia elevada de lo militar en los EE.UU. o de la política tecnológica en Japón, no dirige su mirada a las complejas constelaciones nacionales institucionales.

La nueva perspectiva empieza a desarrollarse paulatinamente en los años 1980. Bajo el título común de sistemas nacionales de innovación (*National Systems of Innovation* – NSI) se pueden agregar aquellos estudios que analizan las diferencias entre los estados con respecto a su capacidad innovadora, poniendo en el centro las innovaciones de producto y proceso en las industrias basadas en tecnología. El invento, pero sobre todo la difusión de las novedades no se considera un acto único, sino un

³ Aquí Dosi diferencia por ejemplo aún entre los componentes analógicos y digitales, chips con y sin capacidad de almacenaje, o también de forma más general entre innovación de producto y de procesos. La dirección que está tomando la evolución tecnológica, la describe como creciente miniaturización (o densidad), creciente velocidad de los procesadores (frecuencia), creciente viabilidad y decrecientes costes por unidad (Dosi 1984).

proceso, que está (también) configurado por las constelaciones y estructuras institucionales y que varía, por eso, de un país al otro. A través de esta perspectiva, el concepto del NSI consigue diferenciarse claramente de los conceptos económicos de corte neoclásico, sin haber podido a su vez elaborar tampoco un perfil teórico consistente. A pesar de que a veces y de forma adicional se han analizado procesos de innovación organizativa e institucional, el enfoque central común de la mayoría de los estudios yace en la innovación tecnológica como elemento más relevante, interesándose tanto por la generación e implementación de las nuevas tecnologías como en su difusión y uso (Carlsson et al. 2002). Las obras coinciden en subrayar la importancia central de las instituciones como factores que influyen en las innovaciones. Por esa orientación a las instituciones y a las innovaciones tecnológicas, el concepto del NSI puede considerarse una variación del análisis institucionalizado de la tecnología. Bajo esta perspectiva interesa sobre todo la forma de la relación postulada entre institución y tecnología.

Los estudios de NSI no se originaron por casualidad en los años 1980. En esta década parecía que los EE.UU. iban a perder su posición de hegemonía económica a favor de Japón. En la búsqueda de las razones de esta evolución se puso en el punto de mira la capacidad de innovación tecnológica suponiendo -generalmente recurriendo a Schumpeter- que la innovación tecnológica potencie la capacidad económica y el crecimiento de la economía nacional. Las variables institucionales son tomadas como factores importantes de influencia en la capacidad innovadora. Sin embargo, los trabajos pioneros en este ámbito -los estudios de Freeman (1987; 1988) y de Nelson (1988) - usan una noción de innovación difusa y más bien extensiva.

Freeman (1987: 1) define NSI como *"the network of institutions in the public and private sectors whose activities and interactions initiate, import, modify and diffuse new technologies"*. En su análisis del sistema japonés de innovación estudia primordialmente la estructura industrial, el sistema de educación y de formación, las actividades de investigación y desarrollo de las empresas y la política del MITI (Ministerio de Comercio Internacional e industria), que se orienta a objetivos estratégicos a largo plazo. Pero se muestra que el enfoque en las estructuras institucionales no sirve tanto para averiguar si y como se están generando innovaciones, sino más bien para evaluar, en que medida ellas pueden gestionar flexible y adecuadamente las innovaciones (autónomas) y posibilitan así la consecución de beneficios económicos⁴. Al fin y al cabo se requiere la compatibilidad ("match") de las tecnologías y de las estructuras institucionales para que las innovaciones puedan generarse y/o expandirse rápidamente. Implícitamente se considera que la capacidad de adaptación institucional sea baja y no se considera, en el sentido estricto, que la tecnología sea un factor causante del cambio institucional.

⁴ La constelación institucional japonesa ha favorecido innovaciones de proceso, que ha aportado a la economía japonesa ventajas competitivas en la industria de bienes de consumo, en la producción automovilística y la producción de semiconductores. En otros ámbitos tecnológicos, Japón ha sido menos innovador o, en otras palabras, el sistema japonés de innovación ha sido menos capaces de absorber innovaciones.

En oposición a la teoría económica neo-clásica, que considera la tecnología como una “black box” (Rosenberg 1985), Freeman & Perez (1988: 45-47) introducen una taxonomía de cuatro tipos de innovación tecnológica de diferente alcance:

Incremental innovations: Una innovación o una mejora más o menos continuada dentro de una línea de desarrollo tecnológico que muchas veces resulta de procesos de “learning by doing” o “learning by using”.

Radical innovations: inventos tecnológicos de carácter discontinuo, que, muchas veces, son el resultado del esfuerzo consciente de investigación y desarrollo en las empresas, universidades y de laboratorios de investigación fuera de las líneas de desarrollo dados (p.ej. energía nuclear).

Changes of “technology system”: Un cambio tecnológico de mayor alcance que afecta, muchas veces, varios sectores o que da lugar a la emergencia de un sector nuevo. Está basado en una combinación de innovaciones incrementales y radicales (p.ej. la innovación paralela en los materiales sintéticos, en la petroquímica, en las máquinas para moldear plástico y en el ámbito de la aplicación).

Changes in “techno-economic-paradigm”: Cambios tecnológicos revolucionarios vinculados a innovaciones radicales e incrementales en muchos ámbitos tecnológicos ejercen una presión sobre la economía nacional para que adapte cambios profundos. Nuevos productos y servicios, nuevos sistemas de producción, sectores y estructuras industriales emergen casi al mismo tiempo y establecen un “régimen tecnológico” con una estructura institucional específica que domina durante décadas y que cambian solamente en ciclos largos (ciclos de Kondratieff).

En el caso de un “*techno-economic paradigm*” totalmente nuevo, que es esencialmente el resultado de revoluciones tecnológicas, se constituyen, por lo tanto, también nuevos *arrangements* institucionales.⁵ A pesar de que la flexibilidad y adaptabilidad de las instituciones tradicionales podrían influir aún en las posibilidades de difusión de las novedades tecnológicas radicales, a las instituciones no les queda otro remedio que integrarse en el nuevo régimen. No obstante, eso es en términos históricos, sin duda, una excepción. Las instituciones se muestran en general relativamente resistentes respecto a cambios y, en este sentido, forman parte del entorno selectivo, que al fin y al cabo decide el destino de la tecnología⁶.

⁵ McKelvey critica esta perspectiva como tecnodeterminista. Sin duda, la tecnología tienen aquí más bien el estatus de una variable independiente que de una variable dependiente.

⁶ Véase el repaso que Edquist & Johnson (1997: 51-58) hacen de la relación entre instituciones, cambio institucional e innovaciones tecnológicas.

A Freeman le interesaron principalmente las evoluciones tecnológicas a largo plazo y la emergencia de estas revoluciones tecnológicas en periodos largos, que causaron los cambios de los paradigmas tecno-económicos anteriormente esbozados y que podrían desencadenar las olas largas del crecimiento económico (véase especialmente Freeman & Louçã 2002: 139-151). El precio que hay que pagar es la renuncia a un análisis detallado de las fases singulares del desarrollo tecnológico y como estaban influenciados por las constelaciones institucionales históricas específicas. Igualmente se desatendía la influencia concreta que ejerce una innovación tecnológica particular en el cambio de componentes institucionales específicos.

Los rasgos de una teoría evolucionista de las innovaciones tecnológicas que esbozaba Freeman se perfilaban más nítidamente en los trabajos de Nelson (Nelson & Winter 1982; Nelson 1987). El estímulo capitalista de beneficios, las competencias entre diferentes fuentes de innovación y la selección de los mercados son generalmente los elementos constitutivos del proceso de la evolución tecnológica⁷. Los sistemas nacionales de innovación concretos se constituyen de múltiples actores institucionales, entre los cuales están, según Nelson, en primer instancia empresas e instituciones de investigación industrial, pero también universidades de investigación, organizaciones públicas y privadas dedicadas a la formación profesional, como agencias gubernamentales con sus programas de investigación (incluyendo las militares) y su política industrial. Estos actores, sus estrategias y las relaciones entre ellos difieren de un país al otro (Nelson 1988; Nelson 1993; Nelson & Rosenberg 1993). Lo mismo ocurre con las reglas institucionales y los mecanismos de apropiación y de consolidación de las ganancias de la innovación como por ejemplo la legislación de patentes. El conjunto de las preferencias, de los intereses y de las estrategias de los actores y de las reglas institucionales, que las enmarcan, ofrece la explicación para el hecho de que innovaciones se generan en algunos países más a menudo que en otros. En el esquema evolucionista simple de la variación y selección son los actores los que a través de la generación de novedades (variaciones) promueven el cambio tecnológico. Un papel central juegan las empresas con sus actividades de investigación y desarrollo que pueden estar organizadas en grandes laboratorios, pero que muchas veces ocurren también de forma menos diferenciada en las proximidades de la producción (Nelson & Rosenberg 1993). Al mismo tiempo, el conjunto (la población) de los actores relevantes forman junto con el "set" de las instituciones relevantes el "*selective environment*" que decide -en última instancia efectivamente a través de la demanda del mercado- sobre el éxito o el fracaso de las innovaciones (Nelson & Winter 1977; véase también Schmidt & Werle 1994).

Especialmente en los EE.UU. se observan evidentes complementariedades entre la investigación industrial y la investigación en las universidades sin olvidar que, en el curso de la historia, el sistema (público) de los programas de investigación⁸ se ha

⁷ La evolución tecnológica no se concibe desde la perspectiva biológica sino desde aquella de la evolución cultural (Nelson 1987: 14). Véase también Schneider & Werle (1998).

⁸ Los sistemas han tenido desarrollos nacionales muy diferentes. (véase Braun 1997).

constituido de forma fuertemente diferenciada como tercer pilar de los procesos de innovación y que juega un papel importante (véase Mowery 1994: 79-106; también Riccaboni et al. 2003)⁹. Sin embargo, estas complementariedades no tienen en todos los sectores tecnológicos la misma relevancia y podrían ser, a medio plazo, precarias (Rosenberg & Nelson 1994). También las empresas financiadas por capital riesgo son - de nuevo especialmente en los EE.UU.- motores de los procesos de innovación. Muchas veces, los fundadores de estas empresas han abandonado sus puestos en grandes laboratorios de investigación de universidades o de empresas grandes para poder comercializar con más rapidez los inventos (Mowery & Rosenberg 1993), lo cual se ha visto favorecido hasta los principios de los años 1980 por un "*relatively permissive intellectual property regime*" que se ha vuelto más rígido en los años siguientes (Mowery & Rosenberg 1993: 49, 57 ff.).

En los múltiples estudios, realizados por Nelson y sus colegas o inspirados por el, se mide la capacidad de innovación y las actividades innovadoras sobre todo a través de los gastos en investigación y desarrollo y mediante los patentes o respectivamente las peticiones de patentes. A veces, se incluye también el balance de las exportaciones y de las importaciones de las industrias de la alta tecnología. Los indicadores se desagregan según sectores económicos, pero también según la participación de instituciones privadas o públicas, militares o no-militares o también universitarias o no-universitarias. Nelson no ha efectuado ninguna comparación sistemática entre países a pesar de que ha analizado 15 países al principio de los años 1990. A parte de la constatación de que empresas fuertes y competentes son la precondition más importante para una economía innovadora y prospera, no se encuentra apenas unas consideraciones generalizadas. No obstante resulta evidente que el intento de un país de copiar los factores institucionales de otro país, que tiene mucho éxito en un área, no promete tenerlo también por la multiplicidad y complejidad de los sistemas de innovación (Nelson 1993).

La cuestión que en nuestro contexto interesa más es ¿cómo influyen concretamente las variables institucionales en la innovación tecnológica o en el desarrollo de la tecnológica?, pero queda en gran parte sin respuesta simplemente por el hecho de que la tecnología no es analizada de forma diferenciada. Se distinguen las evoluciones tecnológicas simplemente según si en el curso de su desarrollo se está generando algo (radicalmente) nuevo o si se sigue desarrollando (de forma incremental) algo que ya existía.

También el estudio extenso de Michael Porter en el que se analiza los 10 países industrializados más importantes con respecto a su competitividad, toca solamente de paso la interrelación entre factores institucionales y el desarrollo tecnológico a pesar de que se concede una importancia destacada a las industrias intensivas en tecnología para la competencia entre las economías. Aparte de las estrategias y de las estructuras de las empresas particulares, la integración en clusters nacionales específicos de

⁹ Se adjudica a la financiación pública de la investigación el papel decisivo hasta para la "revolución de los ordenadores" (CSTB 1999).

determinadas áreas de producción con estrategias empresariales y procesos de producción complementarios y relacionados entre si tiene importancia para la competitividad. En el marco de la discusión sobre los sistemas nacionales de innovación, el trabajo de Porter es relevante sobre todo por que argumenta explícitamente que los propios países crean o pueden crear por si mismos las condiciones que determinan su competitividad (véase también Pavitt & Patel 1999). Entre estas condiciones encontramos la infraestructura científica y el sistema de cualificación de sus empleados a quienes se debe transmitir las competencias y conocimientos necesarios en las industrias relevantes. A parte de los factores de la oferta (mas cualitativa que cuantitativa), es relevante la demanda en los mercados nacionales, que también está abierta a la influencia de los gobiernos nacionales. Estos pueden demandar productos de un valor cualitativamente alto, fijar (como reguladores) altos estándares de calidad y de protección medioambiental y promover la competencia.

Sin resaltar demasiado el papel de los gobiernos, Porter subraya la relevancia de la política en aquellos ámbitos que influyen en la productividad del capital y el trabajo (Porter 1990: 617 ff.). El análisis está ubicado más en el nivel de las medidas y estrategias políticas concretas que en el de las estructuras institucionales. En correspondencia se analiza solo esporádicamente las relaciones directas entre las diferentes instituciones nacionales y el desarrollo tecnológico. También se echa de menos un análisis detallado de la tecnología. Los numerosos compendios de los sectores competitivos internacionalmente de los diferentes países permiten visualizar constantemente la integración en clusters de áreas de producción generalmente caracterizados por la tecnología, pero no facilitan información sobre las líneas del desarrollo tecnológico y de las complementariedades concretas.

Lundvall ha elaborado otra variación del concepto NSI insistiendo, más que los autores anteriormente mencionados, en que el proceso de innovación es una proceso de aprendizaje acumulativo, interactivo y continuo (Lundvall et al. 2002). En este sentido, las interacciones entre empresas y más aún aquellas entre productores y usuarios de la tecnología son de mayor relevancia sobre todo respecto al desarrollo incremental y la difusión de una innovación (Lundvall 1992)¹⁰. La estructura económica de las naciones constituida en el curso de la historia incluyendo las relaciones industriales y las estructuras organizativas e institucionales (por ejemplo en la investigación y el desarrollo) son características para los sistemas de innovación en cuestión (Edquist & Lundvall 1993). Respecto a las innovaciones tecnológicas, Lundvall distingue entre la innovación de procesos y la de productos. No obstante pone menos enfoque en la tecnología que los demás autores, e incluye, antes que nada, los cambios organizativos de las empresas o los cambios institucionales en su concepto de innovación más amplio. Al mismo tiempo resalta que el potencial económico de un país

¹⁰ Lundvall critica que la teoría microeconómica concibe los usuarios de innovaciones como un modelo de un consumidor orientado a maximiza su provecho, que signalizan sus preferencias a través de señales de precio, pero no en las interacciones con los productores. (Lundvall 1988: 349-359).

depende menos de su capacidad de generar innovaciones radicales que de su capacidad de absorber, difundir y desarrollar de forma incremental innovaciones. Y es allí donde, según su punto de vista, se abren oportunidades de éxito para las intervenciones correspondientes de las políticas de innovación (Lundvall & Borrás 1999).

Dentro del abanico de los conceptos y perspectivas descritas se encuentran una gran cantidad de estudios que investigan la relación entre las constelaciones institucionales y las innovaciones tecnológicas. A pesar de que la lista de los factores institucionales relevantes permanece en un nivel enumerativo, estos trabajos han conseguido mostrar que las empresas como agentes centrales de las innovaciones están, en general, fuertemente arraigadas en sistemas nacionales de innovación y le sacan provecho, lo cual, en suma, contribuye a la estabilización de estos sistemas. Al mismo tiempo, eso produce el efecto de que algunos países sean fuertes en determinadas tecnologías y sectores y débiles en otros. Se constituyen complementariedades entre la investigación científica en universidades e instituciones públicas de investigación, la investigación y el desarrollo en las empresas, redes de cooperación estratégicas, políticas estatales de tecnología e industria y otros factores con el efecto de una marcada especialización sectorial (Archibugi & Pianta 1992; 1993; también Guerrieri 1999). Las diferencias entre algunos sectores en su disposición a aceptar innovaciones han estimulado, además, estudios que subrayan, respecto al desarrollo tecnológico, menos las diferencias institucionales nacionales que las sectoriales. Por eso, se habla de sistemas de innovación sectorial o sistemas tecnológicos (Carlsson 1994; Carlsson & Jacobsson 1994; Dodgson & Rothwell 1994: Part 2; Breschi & Malerba 1997)¹¹.

Los dos conceptos -los de los sistemas de innovación nacionales y sectoriales- están ahora coexistiendo con su expresión más clara en una publicación nueva editada por Richard Nelson y sus colegas (Steil & Víctor & Nelson 2002). A parte de los "country studies" de nueve países, esta publicación contiene también "industry studies" muy completas de nueve sectores, que no están en todos los casos marcados por la tecnología (véase también Mowery & Nelson 1999)¹².

También en estos nuevos estudios recopilados en esta publicación, el concepto de los sistemas de innovación nacionales sigue siendo enumerativo y lo que permanece abierta es la cuestión acerca de qué es lo sistémico en un sistema de innovación definido por los editores como "the cluster of institutions, policies, and practices that determine an industry's or nation's capacity to generate and apply innovations" (Steil &

¹¹ Además existen también los estudios sobre sistema de innovación regionales y los distritos industriales (clásico: Piore & Sabel 1984). A parte de algunas excepciones (Braczyk & Fuchs & Wolf (Ed.) 1999; Fuchs 2003), en estos estudios la referencia a la tecnología es evidentemente aún más débil que en los trabajos sobre los sistemas de innovación nacionales. Entre las regiones, se ha prestado más atención al Silicon Valley, que aparece como una constelación de factores institucionales, con sus respectivas dinámicas únicas, y difícilmente reproducible (Saxenian 1994; Kenney 2000).

¹² El trasfondo de estudios nuevos ya no es la crisis americana y el auge económico de Japón, sino se los ha realizado con vista a la performance excepcional de la economía estadounidense en los años 1990.

Victor & Nelson 2002: 3). De nuevo se menciona como las fuentes más importantes de la innovación, las oportunidades tecnológicas fundamentales (*technological opportunity*) que dependen solo parcialmente de la investigación científica básica; el tamaño de los mercados, la posibilidad de apropiación legal (*appropriability*) de nuevos inventos y desarrollos, la estructura del sector en cuestión y las inversiones en el conocimiento públicamente disponible o en las instituciones que producen este conocimiento (Steil & Victor & Nelson 2002). Como uno de los resultados importantes de los estudios nacionales se resalta cierto grado de convergencia de los sistemas de innovación nacionales hacia una mayor orientación al mercado y una renuncia de los gobiernos a una política industrial explícita. Las diferencias nacionales, sin embargo, muestran una persistencia considerable. Los gobiernos siguen tenido un papel relevante como catalizadores de innovaciones y su difusión en la economía. Este papel incluye las políticas de competitividad, la influencia directa e indirecta en la financiación de innovación o en empresas innovadoras y las políticas de la protección de la propiedad intelectual. Se trata de ámbitos políticos en los que se establecen en gran medida las condiciones para el éxito o el fracaso de las empresas en la "New Economy" (Steil & Victor & Nelson 2002: 19-22)¹³.

En las diferentes aportaciones se percibe un cierto estancamiento en el estudio de los sistemas nacionales de innovación que afecta menos a la parte empírica que a la teórica de este concepto¹⁴. Al final de la última década, Dosi subrayó en un breve resumen de los estudios especializados, que más bien se deben formular preguntas en lugar de dar respuestas (Dosi 1999: 35), y remite a los problemas no resueltos de la intermediación entre nivel micro y macro y una escasez de estudios, que analizan los procesos de intermediación entre estos niveles (véase también Carlsson et al. 2002). Además todavía están yuxtapuestos diferentes enfoques complementarios que se solapan parcialmente. Y finalmente constata: "a lot needs to be done to understand in greater detail the co-evolution between technologies and business organizations" (Dosi 1999: 41). Aunque Dosi hace referencia a algunos rasgos de las Business Organizations, prácticamente no trata la tecnología en su artículo. Relaciona de modo más bien abstracto la innovación y la capacidad innovadora con la producción, absorción y difusión de conocimiento nuevo y con el uso productivo de este conocimiento.

La situación es paradójica. Por un lado, los estudios de los sistemas de innovación nacionales cada vez tienen menos en cuenta la tecnología pero, por otro lado, se refieren, sobre todo, a las innovaciones tecnológicas cuando se trata las novedades cuyo desarrollo está promovido u obstaculizado por las diferentes constelaciones

¹³ La "New Economy" como un sector marcado por la tecnología de información está caracterizado por: "significant economies of scale, network externalities, complementarity and standardization, switching costs und intellectual property as a principal output" (Steil & Victor & Nelson 2002:19).

¹⁴ En comparación a los anteriores, los nuevos estudios subrayan, sin embargo, mas la alterabilidad de las constelaciones institucionales. Además prestan más atención a la interrelación entre instituciones nacionales y supranacionales, para Europa especialmente la interrelación entre los estados miembros y la Unión Europea (véase Behrens 2000; 2002).

institucionales nacionales. En parte, se observan exclusivamente factores del input (entrada) para las innovaciones como, por ejemplo, los gastos públicos y privados de innovación y desarrollo¹⁵. Y respecto al output muchas veces se tiene en cuenta solamente la alta o baja frecuencia en que las innovaciones se generan mediándolo por ejemplo a través del número de patentes¹⁶. En general se analiza la tecnología solamente mediante categorías simples y sumarias. Con más frecuencia, se encuentra la distinción entre innovaciones tecnológicas radicales (también extraordinarias) y incrementales (también normales), o entre innovación de productos y de procesos. El concepto de la innovación tecnológica no se ha desarrollado y diferenciado más. Más bien el interés se ha desviado sobre todo en Europa a la producción del conocimiento (knowledge) suponiendo que se trata del factor clave para la competitividad de una economía. Tampoco se ha desarrollado teóricamente el concepto de instituciones de tal forma que ofrezca conectibilidades (*Anschlussfähigkeit*). Su uso ha sido expansivo y poco consistente.

3. El institucionalismo político-económico

Una de las debilidades esenciales de los trabajos sobre los sistemas de innovación nacionales es la falta de un concepto de instituciones que permita conexiones teóricas. Se yuxtapone instituciones y constelaciones institucionales sin analizar, si y cómo los componentes institucionales están interrelacionados. Este hecho es criticado explícitamente por Rogers Hollingsworth, quien subraya además que, en principio, no existe una escasez, sino una sobreoferta de enfoques institucionalistas¹⁷. Con la mirada puesta en una teoría de la innovación argumenta: “*before we can understand how the institutional configuration of a society influences its style of innovativeness, we must first identify the various components of the institutional makeup of a society and understand how these components are related to each other*” (Hollingsworth 2000: 596). El autor propone finalmente una estrategia analítica que distingue 5 niveles interrelacionados entre si (Hollingsworth 2000: 601):

1. “*Institutions*” (normas, reglas, convenciones, valores sociales)
2. “*Institutional arrangements*” (mercados, estados, jerarquías, redes, asociaciones)
3. “*Institutional sectors*” (sector financiero, sector de formación, sector de investigación, sector jurídico)

¹⁵ Tanto la OECD como la UE están elaborando estadísticas correspondientes.

OECD: Basic Science and Technology Statistics [<http://www1.oecd.org/dsti/sti/stat-ana/index.htm>]

EU: European Innovation Scoreboard [<http://trendchart.cordis.lu/Scoreboard/scoreboard.htm>].

¹⁶ Estos datos se recogen también en el European Innovation Scoreboard

¹⁷ “There are many different approaches to the study of institutions [...] and several of the social sciences have their own distinctive approaches” (Hollingsworth 2000: 598, 599).

4. “*Organizations*” (normas organizativas, estructuras de control, división de trabajo)
5. “*Outputs and performance*” (productos, decisiones, estrategias)

No es necesario que entrar en los detalles porque tampoco la estrategia propuesta por Hollingsworth conduce a una teoría institucional coherente. Sin embargo, la estrategia ofrece una heurística útil para poder detectar precisamente a que nivel se mueven los diferentes estudios.

Hollingsworth subraya la estrecha interrelación entre los tres primeros niveles, que juntos, pero en combinaciones diferentes, forman, en cada caso, sistemas de producción muy concretos (“social system of production”) que, luego, presentan también rasgos muy específicos en el nivel organizativo y respecto al tipo de los bienes producidos (Hollingsworth 2000: 613-619; también Hollingsworth y Boyer 1997). Los sistemas sociales de producción son diferentes de nación a nación, pero muestran siempre una cierta coherencia interna a pesar que podrían estar más diferenciados en un país. Sus componentes son muy a menudo interdependientes y complementarios.

El sistema social de producción de una sociedad y la estructura o la cultura de las organizaciones relevantes (especialmente las empresas y los institutos de investigación) constituyen lo que Hollingsworth llama el “estilo de innovación” de una sociedad. Según este, las sociedades podrían ser altamente innovadoras o menos innovadoras, las innovaciones podrían ser de tipo incremental o radical y podrían estar centradas en los sectores emergentes de las altas tecnologías o en las industrias maduras, que existen ya desde hace más tiempo. Mientras que Alemania tiene mucho éxito en la innovación incremental en sectores como el de la química, de la tecnología electrónica, de las máquinas de herramienta o de automóviles, América se muestra más bien fuerte respecto a las innovaciones radicales. En industrias nuevas como la electrónica y la biotecnología, en los EE.UU., se están desarrollando en plazos cortos productos complejos totalmente nuevos y muchas veces de breve duración (Hollingsworth 2000: 626-633). Las diferencias típicas entre los dos sistemas sociales de producción detectables en las estructuras empresariales, las relaciones industriales, los sistemas de formación profesional, los mercados financieros y el sistema de la investigación universitaria son decisivos para las diferentes pautas de innovación.

De esta forma Hollingsworth hace explícitamente referencia a un conjunto de variables que tienen una gran relevancia en los estudios recientes de la economía política de las variedades del capitalismo (Varieties of Capitalism - VoC). Como los estudios sobre los sistemas de innovación nacionales, esta investigación empezó en los años 1980 en un momento en el que, primero, los estados del bienestar bien desarrollados como Suecia, Alemania o Austria y luego Japón mostraron una mayor competitividad económica en comparación a los EE.UU. Luego, después de un periodo de estancamiento relativo, estos países se quedaron de nuevo claramente detrás de los EE.UU., que en los años 1990 consiguieron unas altas tasas de crecimiento del producto interior bruto y un bajo nivel de desempleo. Estas diferencias llamativas en la

performance de las economías nacionales, incluyendo las diferentes capacidades para superar las crisis económicas, ya no se interpretaron como el resultado de estrategias de la política económica más o menos acertada, sino que se las atribuyeron también a factores de corte político institucional, es decir diferentes formas organizativas y variaciones del capitalismo (Kittel 2003).

En los casos particulares es casi imposible clasificar los estudios según la distinción entre el enfoque de NSI y el de VoC. También los estudios que analizan las variedades del capitalismo se centran en países, sectores y regiones como unidades analíticas (véase Hollingsworth & Schmitter & Streeck 1994). Sin embargo, estos estudios tienen generalmente un diseño comparativo más pronunciado o más sistemático que los estudios sobre los sistemas de innovación nacionales. Además analizan el proceso y la dirección que esta tomando el cambio institucional de los capitalismos nacionales resultante de la competencia global. Por lo tanto, no solamente preguntan como las instituciones influyen en la *performance* económica de un país, sino que también analizan cada vez más la generación y el cambio de las instituciones a pesar de que en este aspecto están todavía muy orientados a contrastar la convergencia global del desarrollo con las trayectorias nacionales del desarrollo (Jackson 2002).

Desde el principio, los estudios del VoC ponen esfuerzo en la tipificación de las constelaciones institucionales y organizativas detectados los países comparados para poder ordenar y clasificarlos de esta manera. Una clasificación basada en la organización de los sistemas sociales de producción distingue entre los sistemas de la producción en masa estandarizada (Fordismo), la producción en masa flexible, la producción en masa diversificada de productos de calidad y la producción diversificada de productos de calidad (customized). Otra clasificación más general, pero también más difusa de los "*domestic regimes of economic governance*" distingue entre regímenes "*institutionally rich*" e "*institutionally impoverished*". Entre los últimos dominan las formas de coordinación de los mercados neo-clásicos y las grandes organizaciones jerárquicas, mientras que en los regímenes de riqueza institucional complementan el mercado y la jerarquía con redes, asociaciones, clubes y otras formas de acción colectiva más bien comunitaria hasta que son también parcialmente substituidas por estas formas (Hollingsworth & Streeck 1994)¹⁸.

En la última década David Soskice ha desarrollado una clasificación que está considerada actualmente como la mejor elaborada (Hall 1999: 143). Recurriendo al concepto de los sistemas sociales de producción, Soskice habla de regímenes de producción que, como marco institucional, establecen las reglas mediante las cuales los "microagents of capitalist systems" organizan y estructuran sus relaciones entre si (Soskice 1999: 101 ff.). Elementos importantes de este análisis enfocado en la parte de la producción de la economía son el sistema de financiación de las empresas, las relaciones industriales, el sistema escolar y de formación profesional y el sistema que

¹⁸ Streeck (1991) habla también de economías con una equipación institucional "mínima" y "saturada" y muestra su relación con las organización de los sistemas sociales de producción especialmente las producción diversificada en calidad (para eso véase también Sorge & Streeck 1988).

regula las relaciones entre las empresas (política de competitividad, transferencia de tecnología, estandarización etc.)¹⁹. En un modo ideal-típico, Soskice distingue entre las economías de mercado coordinadas ("*Coordinated Market Economies*" - CME) y las economías de mercado liberales ("*Liberal Market Economies*" - LME). En los CME los empresarios están integrados en una red de asociaciones, que internamente y junto con los trabajadores organizados coordinan los salarios, y las relaciones formativas y laborales. Estas redes tienen una orientación cooperativa y persiguen objetivos a largo plazo. También la financiación de las empresas es más bien a largo plazo ("*patient capital*"). Al contrario, en las LME dominan más bien las relaciones a corto plazo coordinadas por los mercados tanto entre las empresas, como entre estas y sus empleados o sus financieros (Soskice 1994; 1999; Hall & Soskice 2001).

Las empresas y sus estrategias vuelven a estar más en el centro del análisis. Las empresas disponen de márgenes de maniobra autónomos que aprovechan para la consecución de sus objetivos. Sin embargo, estas acciones también están marcadas y canalizadas por los elementos institucionales mencionados. Los resultados de las acciones emanan de la combinación de influencias institucionales y las interacciones estratégicas autónomas. Por lo tanto, tal como postula el institucionalismo centrado en los actores, no están determinados solamente por las preferencias, recursos y estrategias de los actores pero tampoco solo por el contexto institucional. El peso de los componentes institucionales o de los referentes a los actores podría diferir de una situación de acción a la otra. Sin embargo es improbable que el acierto de una acción esté en la práctica exclusivamente determinada por los factores institucionales o de actores²⁰. Este enfoque en la interacción de estrategias organizativas y factores institucionales - aquí esbozado- mantiene aún su carácter programático (Crouch 2003; pero véase Beyer 2003), que, sin embargo, falta por completo en los estudios sobre los sistemas de innovación nacionales. A pesar de que subrayan regularmente la importancia de las empresas para los procesos de innovación, estas aparecen como una „'passive' black box 'acted upon' by macro-social determinants“, entre las cuales se encuentran los factores institucionales (Coriat & Weinstein 2002: 274).

El prototipo del país con una economía liberal de mercado son los EE.UU. y de los países de la OECD son Gran Bretaña, Irlanda, Canadá y Australia que se encuentran en esta categoría. Alemania está considerada como prototipo del grupo de países con una economía del mercado coordinada. A este grupo pertenecen también Austria,

¹⁹ También Hart (1992) integra algunos de estos elementos en su análisis comparativo de las competitividad de los EE.UU. Japón y Europa del Oeste. En su concepto "*State-Societal Arrangements*" analiza las formas de organizar el trabajo y el capital y su relación institucional con el estado, concidiendo mucho más relevancia a las organización del estado y de la política gubernamental que Soskice.

²⁰ La impresión de que los factores relacionados con actores tengan un dominio absoluto la transmite Chandler (2001) en su análisis de la evolución de la electrónica del ocio y de la industria de ordenadores en los EE.UU., Europa y Japón. Lo decisivo es, para Chandler, la capacidad de aprendizaje de las empresas. Junto con la ventaja del "*first mover*" y los respectivos "*barriers to entry*" para los competidores, es esta capacidad la que determina el éxito de un industria. En el contexto de una organización de la economía basada en los principios de la economía del mercado, los factores institucionales pasan para Chandler totalmente a un segundo plano.

Suiza, Suecia, Noruega y Japón. Si se considera Alemania y los EE.UU. cada uno como extremos de un continuo, entonces los otros países mencionados están cerca de uno de estos puntos extremos. Otros países, como por ejemplo los países mediterráneos, ocupan una “*ambiguous positions*” (Hall & Soskice 2001: 21). Por un lado tienen mercados laborales relativamente liberales, por otro lado, la influencia del estado sobre la economía es relativamente alta y además en su mayoría disponen de un sector agrario grande. Al menos, lo último no cuadra en el continuo CME-LME²¹.

Richard Whitley llama la atención a acerca de estas inconsistencias. Además, poniendo su mirada especialmente sobre los tipos y estrategias diferentes de empresas, resalta que las diferencias dentro de la CME y la LME podrían ser más grandes que entre ellos (Whitley 2002)²². Por eso, Whitley introduce de nuevo diferenciaciones, que van más allá de las formas en que se ejerce la coordinación y el control en las economías del mercado, y distingue seis tipos ideales de “*Business Systems*” desagregando más el tipo CME en particular tomando en cuenta el rol del estado (Whitley 1999: 31-64)²³.

Si se busca en los estudios sobre las variedades del capitalismo las referencias al desarrollo tecnológico y especialmente a la innovación apenas se encuentra algo a primera vista. La variable dependiente es por regla general la *performance* de los países analizados intentando siempre mostrar que ventajas institucionales comparativas dispone cada uno de estos países. Cada sistema institucional tiene sus puntos fuertes y débiles específicos. Ningún sistema se muestra superior en todas las dimensiones de la *performance* económica. La tecnología entra en juego porque la capacidad marcada institucionalmente de generar u integrar innovaciones tecnológicas influye en la *performance* económica de un país. Es en este sentido que la innovación tecnológica interviene entre las instituciones y la *performance*.

El institucionalismo político-económico entiende por innovación no solamente la tecnológica sino también las innovaciones organizativas -incluyendo las que se producen en el nivel de la organización laboral en la que las innovaciones de la tecnología productiva y de la organización van mano a mano. En el caso de la

²¹ Otros intentos de una sistematización de las variaciones de los sistemas capitalistas integran la dimensión del estado de bienestar (Ebbinghaus & Manow 2001; Jackson 2002).

²² La perspectiva de Whitley esta muy marcada por la teoría de la organización y por la estrategia organizativa respectivamente. Lo que le interesa es como los *arrangements* institucionales generales (“*background social institutions*”) y mas específicamente las instituciones relacionadas con la acción económica (“*proximate social institutions*”) de un país imprimen su sello en el “*business system*” en cuestión. Los *business systems* son diferentes entre si en respecto a las estructuras de coordinación y control de las empresas, el tipo de las relaciones entre las empresas, las pautas de alocaión de recursos y de influencias entre las empresas y sus estrategias de tratar la incertidumbre y los riesgos (Whitley 1992).

²³ Tanto en los *Business Systems* fragmentados (“*fragmented*”) como en los “compartamentizados” (“*compartmentalized*”) el estado juega un rol poco importante, mientras que tiene una elevada relevancia en los distritos industriales coordinados (“*coordinated industrial district*”), los sistemas colaborativos (“*collaborative*”), los sistemas altamente coordinados (“*highly coordinated*”) y los sistemas estatalmente organizados (“*state organized*”)(Whitley 1999: 59-64).

producción diversificada de productos de calidad, se diseña la organización productiva de tal forma que se utiliza maquinas inteligentes programables. Estas abren la posibilidad de ofrecer productos tecnológicos de alta calidad orientados a las necesidades específicas de un número relativamente pequeño de clientes y de cambiar flexiblemente hacia variaciones nuevas del producto que se ha desarrollado paso a paso. Con esto están asociadas altas exigencias a la cualificación de la plantilla tanto a su cualificación general como la específica de la empresa. Estas exigencias se cumplen mejor cuando la plantilla haya recibido una formación profesional supraempresarial, cuando las empresas invierten en la formación específica de la empresa y cuando la plantilla tiene una perspectiva profesional a largo plazo en la empresa, que le hace más atractivo invertir algo de su parte en el desarrollo de las competencias específicas de la empresa (véase Streeck 1991). Se añaden otras condiciones básicas que generalmente se dan en esta forma (solamente) en las economías del mercado coordinadas (CME) (Soskice 1999). Por lo tanto, empresas que actúan en una CME adaptarían las estrategias de la producción flexible de calidad antes que empresas de una LME. Las innovaciones de la tecnología productiva exigentes, que son requeridas por la producción flexible de productos de calidad, se generen, por lo tanto, antes en una CME y aquí pueden ser integradas con relativa facilidad en los procesos de producción empresarial.

A parte de la diferenciación entre innovación de productos y de procesos encontramos en la bibliografía del VoC, igual que en la bibliografía del NSI, solamente aquella entre innovaciones incrementales y radicales como diferenciación central en lo referente a las innovaciones tecnológicas o científico-tecnológicas en su sentido más estricto. Sin embargo, solamente uno pocos estudios de VoC establecen una relación univoca entre el tipo de las constelaciones institucionales y la forma de la innovación. Se argumenta que en las economías liberales de mercado las empresas se orientan estratégicamente a las innovaciones radicales. Estas innovaciones que muchas veces se limitan a inventos patentados, se generan en los nuevos sectores de alta tecnología. Aquí son, sobre todo, las pequeñas Start-ups financiadas con capital riesgo que, a parte de algunas singulares empresas innovadoras grandes, lanzan los nuevos productos en el mercado o por lo menos lo desarrollan hasta su madurez comercial. En un entorno con un elevado ritmo innovador, los productos, que a menudo son componentes de sistemas tecnológicos complejos, tienen solo una duración de vida relativamente corta lo cual requiere una estrategia empresarial orientada a beneficios a corto plazo con unos recursos humanos de un alto nivel de cualificación general. Las empresas deben resituarse continuamente de forma flexible y rápida lo cual requiere una alta capacidad de adaptación de la plantilla y lo cual está relacionado con una fuerte fluctuación del personal. Eso es más posible bajo las condiciones institucionales de una LME que de una CME. Resumiendo, los LME favorecen, por lo tanto, las innovaciones radicales mientras las CME fomentan las innovaciones incrementales (Soskice 1999; Hall & Soskice 2001).

Cuando intentan explicar las innovaciones, la mayoría de los enfoques de NSI se centran en aquellas instituciones, que regulan directamente las actividades enfocadas

en la generación de innovaciones, mientras tanto los enfoques de VoC consideran como relevantes todos los componentes centrales del sistema institucional capitalista (Soskice 1994: 276). Entre ellos se encuentran especialmente los mercados financieros y las diferentes formas de financiación de empresas, el sistema de la formación profesional, la legislación de la contratación laboral, los diferentes modelos de gestión empresarial (corporate governance) y los sistemas de la representación de intereses colectivos (véase Jackson 2002; Lütz 2003)²⁴. Y se resalta las complementariedades institucionales. El efecto de cada una de las instituciones particular en una LME o la CME aumenta el efecto de cada una de las demás instituciones²⁵.

Durante mucho tiempo, los estudios sobre las variaciones del capitalismo no se han interesado por las pautas concretas de la innovación tecnológica. Solamente en algunos trabajos recientes se percibe la posibilidad de desarrollar y operacionalizar más la distinción entre innovaciones radicales e incrementales de tal forma que faciliten concretizar los efectos de las constelaciones institucionales en los desarrollos tecnológicos. Especialmente interesante es la distinción introducida por Casper & Lehrer & Soskice (1999) entre tecnologías discretas y acumulativas (o “*plataforma*”). Estos autores analizan las perspectivas del desarrollo de empresas alemanas de alta tecnología.

Alemania, el prototipo de un país de una economía del mercado coordinada, ofrece en principio perspectivas desfavorables a las empresas que trabajan en innovaciones radicales. Pero un estudio en el sector de la biotecnología y del software muestra que aquí se han constituido un gran número de empresas que además prosperan. El argumento de los autores es, que eso es solo parcialmente atribuible a los cambios institucionales impulsados por la política que ha tenido como resultado, por ejemplo, una mayor disponibilidad de capital riesgo. Se constata también que las empresas, que se mueven en segmentos con elevados riesgos financieros y con trayectorias tecnológicas que cambian rápidamente, siguen teniendo poco éxito. Además sigue siendo la regla que las empresas se establecen en aquellas segmentos del mercado que se ajustan mejor al entorno institucional tradicional (Casper & Lehrer & Soskice 1999: 15). Los autores sostienen que eso, sin embargo, no significa que no existen tecnologías en los sectores de la biotecnología y del software que se ajusten a esta estructura institucional. Se argumenta que las empresas alemanas, que han tenido éxito, se han especializado de facto en tecnologías discretas, en tecnologías de continuación (*kontinuierliche Technologien*). Estas tecnologías de “plataforma” más amplias se desarrollan relativamente estables en un periodo de tiempo más largo. En cuanto a las tecnologías de la información no se trata del software estandarizado, sino del segmento de los servicios a usuarios comerciales de software. Estos usuarios demandan soluciones de sistemas integrados que se deben desarrollar y poner al día

²⁴ Los sistemas de instituciones están nacionalmente especificados, que excluye que las políticas de innovación que tienen éxito en un país se pueda aplicar (transferir/exportar) simplemente (sin más) en (a) otro país. (Soskice 2000).

²⁵ Eso tiene consecuencias para el cambio institucional, que generalmente depende más bien de trayectorias y es antes incremental que radical. (Hall & Soskice 2001; véase también de forma crítica Crouch 2003).

de forma regular. Desde el punto de vista del desarrollo tecnológico se trata de un proceso acumulativo que se expande en un periodo de tiempo más largo. Las empresas de servicio mantienen una relación con sus clientes a largo tiempo. Están creando un know-how acumulativo en una plantilla, a la que se ofrece una perspectiva de empleo a largo plazo. Los autores han observado una evolución similar en la biotecnología. Empresas alemanas se ha especializado, por ejemplo, en el desarrollo y la producción de instrumentos y también de software que se requiere en la investigación farmacéutica o en la elaboración de productos farmacéuticos y que tienen, al contrario de los productos finales, una demanda continuada y que se deben, por lo tanto, seguir desarrollando constantemente (Casper & Lehrer & Soskice 1999; Casper 2000)²⁶.

Una argumentación similar la desarrollan Casper & Glimstedt (2001) en un estudio que aborda, desde la perspectiva de la política tecnológica, la interesante cuestión acerca de si la estrategia de copiar el modelo de Silicon Valley nos pone en disposición de crear una industria de Internet prospera? Los autores usan un modelo de la Internet funcional de cuatro capas para mostrar que tipo de empresa puede actuar con más perspectivas de éxito en cada una de las capas de la red y con que especialización. No hay que entrar aquí en los detalles. De nuevo se muestra que las empresas alemanas tienen especialmente éxito en los segmentos del desarrollo y el asesoramiento de software para empresas y no en el segmento del software estándar. En el primer segmento es necesario y rentable crear know-how interno y de mantenerlo a largo plazo, lo que es muy compatible con el capitalismo coordinado alemán (Casper & Glimstedt 2001: 274-279).

También Whitley quien se interesó durante mucho tiempo casi exclusivamente por la creación y configuración de los diferentes *Business Systems*, trata ahora en sus nuevos trabajos los efectos de estos sobre la innovación a pesar de que establece este vínculo más bien de forma indirecta (Whitley 2000). Whitley distingue tipos de estrategias de innovación cuya selección depende del Business System y de arrangement institucional más amplio, pero también de las características de las empresas en cuestión. Concede que se debe diferenciar entre estrategias de innovación e innovación -aquí comprendido generalmente como nuevos productos tecnológicos- pero supone, que las empresas se deciden finalmente solo por aquellos tipos de innovación que podrían implementar de forma efectiva (Whitley 2000: 865).

Mediante su topología de estrategias de innovación, Whitley intenta subdividir la distinción simple entre innovaciones incrementales y radicales. Con este objetivo introduce aspectos diferenciadores adicionales como las incertidumbres específicas

²⁶ Que los tecnologías de plataformas realmente ha tenido en la biotecnología un carácter acumulativo y que ha sido desarrollado continuamente a través de los años, se lo está poniendo en duda en parte (parcialmente) (Dolata 2003: 178 ff.). Eso, sin embargo, no varía en lo fundamental la utilidad de la distinción entre tecnologías discretas y acumulativas.

relacionadas con una innovación²⁷. Especialmente con la vista puesta en las incertidumbres tecnológicas recurre a la distinción de Henderson & Clark entre innovaciones arquitectónicas y modulares. Estos autores la utilizan añadiéndola a la diferenciación entre las innovaciones incrementales y radicales para así tener en cuenta el carácter sistémico de muchas tecnologías²⁸. Pero para la tipología de Whitley, otros aspectos tienen aún importancia, entre ellos el tipo de conocimiento requerido por una innovación que podría ser más o menos complejo o más o menos codificado.

El autor llega finalmente a cinco estrategias de innovación típicas (Whitley 2000: 870 ff.):

- (1) "*Dependent strategies*" se adaptan a las preferencias de moda de los clientes y generan raras veces elementos de producto radicalmente nuevos.
- (2) "*Craft-based responsive strategies*" están orientadas a la mejora y diferenciación continua de los productos.
- (3) "*Generic strategies*" enfocan la mejora de los componentes singulares de los procesos de producción de grupos de productos estandarizados (innovación de procesos).
- (4) "*Complex, risky strategies*" tienen como objetivo productos o arquitecturas de productos totalmente nuevos que reestructuran los mercados y que exigen cambios en las rutinas organizativas establecidas.
- (5) "*Transformative strategies*" establecen industrias totalmente nuevas basadas en conocimiento nuevo sobre productos y sus posibilidades de uso.

De la combinación de los diferentes *Business Systems* y entornos institucionales, en que las empresas actúan, y los diferentes rasgos de las empresas con los 5 tipos de estrategias de innovación como variable dependiente surge un panorama muy complejo, que hace generalizaciones prácticamente imposible, cuanto más que Whitley ni siquiera hace el intento de probar este concepto empíricamente.

Analizando de forma resumida la cuestión ¿cómo se está tratando el tema de la tecnología o respectivamente la innovación tecnológica en el institucionalismo político-económico?, queda por constatar que el estatus teórico de la tecnología queda ambivalente en los estudios VoC debido principalmente, en suma, al poco explícito y escaso análisis del desarrollo tecnológico innovador. Es cierto que la tecnología en sí no está considerado como una componente del sistema institucional, pero tampoco aparece de forma general como una variable dependiente. Cuando se argumenta, como en el caso anteriormente esbozado, que las empresas alemanas tienen, en

²⁷ Así distingue -siguiendo Lanlois & Robertson- tres tipos diferentes de incertidumbre relacionados con las innovaciones tecnológica: la incertidumbre paramétrica, la estratégica y la estructural (Langlois & Robertson 1995:136).

²⁸ Una innovación modular se refiere a cambios en los componentes singulares de un sistema sin que se cambie la arquitectura del sistema. Estamos delante una innovación arquitectónica siempre cuando las relaciones entre los componentes se ha reconfigurado, sin que los componentes del sistema hayan cambiado necesariamente. No obstante, muchas veces se desencadenan innovaciones arquitectónicas por modulares (Henderson & Clark 1990: 11-13).

general, problemas con tecnologías que cambian rápida y radicalmente, mientras que aprovechan con éxito las tecnologías de desarrollo incremental, entonces las tecnologías aparecen, según está afirmación, como variables exógenas para las empresas. Las empresas orientan, por lo tanto, sus estrategias a las posibilidades y restricciones de las tecnologías. Pero también intentarán de configurar la tecnología según sus orientaciones estratégicas. Tanto las innovaciones tecnológicas resultantes, como los intentos fallidos de usar beneficiosamente las innovaciones tecnológicas, pueden causar cambios en los sistemas institucionales nacionales. Bajo esta perspectiva, la tecnología tiene el estatus de una variable intervencionista. Las empresas se sirven de la tecnología en la medida en que pueden integrarla en sus estrategias. La integración se efectúa a través del ajuste a la tecnología pero también a través de su modificación y su desarrollo. Lo último cambia la estructura técnica de oportunidades que a su vez podría producir una presión hacia el cambio institucional, lo cual, sin embargo, apenas se está tratando en los estudios de VoC. Es cierto que los estudios más recientes muestran un elevado interés descriptivo y teórico por el cambio institucional, pero generalmente no consideran que los causantes de los procesos de cambio sean las innovaciones tecnológicas, sino las deficientes *performances* económicas y las desventajas institucionales comparativas que han surgido de forma más que evidente en el curso de la globalización. De todas formas, la mayoría de los estudios de VoC pone en un nivel muy alto los obstáculos para el cambio institucional (Lütz 2003: 27).

En el caso de que se consideran los elementos estructurales tecnológicos como impulsores del cambio, parece, además, necesario especificarlos más nítidamente. Eso lo ha demostrado Herbert Kitschelt (1991) ya hace más de una década en un trabajo más bien especulativo. El autor critica la tendencia de muchos estudios de tomar como unidad de análisis los estados nacionales, concentrarse en su *performance* económica agregada y asignar los puntos fuertes y débiles encontrados de forma indiferenciada al sistema institucional nacional. Más bien se debe diferenciar el análisis según sectores dado que las condiciones nacionales y sectoriales actúan conjuntamente en la configuración de estructuras de regulación y control ("*governance structures*") y de estrategias de innovación eficientes. Las características tecnológicas podrían influir tanto en la eficiencia de las estructuras de regulación y control como la selección de una tecnología a su vez podría ser marcada por las oportunidades y restricciones institucionales (Kitschelt 1991: 454).

La tecnología tiene, en la obra de Kitschelt, el estatus de una variable intervencionista a pesar de que en el curso de sus reflexiones es más una fuerza exógena que endógena. Eso se muestra especialmente en su concepto de sectores económicos que no se definen, por ejemplo, por los mercados sino por los sistemas tecnológicos en que se basa un ámbito económico. Los sistemas están en correspondencia con la estructura de gobernanza de un sector (Kitschelt 1991: 460, 461). Para explicar la correspondencia, Kitschelt especifica las dimensiones relevantes de los sistemas tecnológicos y sus exigencias a una estructura sectorial de regulación y de control orientada al ahorro de recursos. Respecto a la tecnología el autor usa la

distinción de Perrows entre sistemas estrechamente y ligeramente acoplados, por un lado, y la de entre relaciones procesales lineales (simples) y interactivos (complejos), por otro lado (Perrow 1984). Similar a Perrow, Kitschelt postula una relación entre las características de un sistema tecnológico y las características de una estructura de gobernanza (eficiente) que se ajusta a cualquier tipo de tecnología. En este contexto, sin embargo, no se limita a analizar las formas organizativas de gobernanza (central/ descentral), sino orientándose al concepto de los costes de transacción de Williamson también los tipos de contratos (estandarizado/ no estandarizado), que actores están conectados como promotor (*Betreiber*) y usuario de un sistema tecnológico; y la forma legal de la propiedad de estos sistemas (privado/ público/ mezclado) (Williamson 1985). Estos elementos de gobernanza cobran relevancia cuando se supone, como Kitschelt, que las características de los sistemas tecnológicos propuestas por Perrow covarian por regla general con las características relevantes para la configuración de las transacciones, según Williamson. Se trata del grado de la “*asset specificity*”, de la “*uncertainty about the causal structure of the technology*” y de la “*frequency of interaction between suppliers and customers*” (Kitschelt 1991: 464).

Partiendo de estas categorías, Kitschelt esboza las características de sistemas tecnológicos reales y de las estructuras de regulación y gestión (sectoriales) apropiadas que, luego, pone en relación con el conjunto de las estructuras políticas institucionales de un país (“*political regime*”). Desde el punto de vista histórico, muy pronto ya (al final del siglo XVIII) surgieron máquinas de procesos lineales ligeramente acopladas (p.ej. las máquinas de textil) cuya estructura causal se dominaba de modo seguro y que tenían un bajo nivel de “*asset specificity*”. La estructura de gobernanza adecuada a la tecnología de este tipo son las relaciones de mercado descentralizadas con propiedad privada individual. Una estructura de gobernanza de este tipo se podía desarrollar mejor en Gran Bretaña por el hecho de que el régimen político de allí ya había institucionalizado de forma general estos principios. Por lo tanto, el conjunto de las condiciones institucionales ha sido favorable para la configuración de una estructura de gobernanza sectorial adecuada a la tecnología. En el siglo XIX se desarrollaron sistemas tecnológicos a través de la producción de hierro y también de los ferrocarriles, que eran igualmente lineales y simples en respecto a su estructura causal, pero que requerían al mismo tiempo un acoplamiento más estrecho de sus componentes y implicaron en parte un considerable “*asset specificity*”. Las estructuras de gobernanza adecuadas a estas industrias son, según Kitschelt, grandes organizaciones jerárquicas, mercados oligopolios y la propiedad estatal o el control estatal de las tecnologías. Países como Japón y Alemania, pero también en los EE.UU. en que la centralización industrial iba acompañada por la intervención estatal ofrecieron condiciones institucionales generales favorables para el desarrollo de estructuras de regulación y gestión conveniente. Otras tecnologías a su vez encuentran en otras condiciones institucionales los requisitos favorables para su desarrollo.

En las sociedades modernas coexisten diferentes sistemas tecnológicos, que, sin embargo, se desarrollan de forma diferente. Ningún país ofrece condiciones políticas institucionales generales que sean, de la misma manera, favorables para la

configuración de las diferentes estructuras de gobernanza que varían entre un sistema tecnológico y otro. Este hecho queda esbozado por Kitschelt a través del ejemplo de Japón, que avanzó en los años 70 y 80 del último siglo hacia la vanguardia de los países tecnológicamente innovadores (Kitschelt 1991: 475-491). Las estructuras políticas institucionales ni son jerárquicas e estatal-intervencionistas ni liberales y orientadas al mercado. Según Kitschelt, el país se caracteriza más bien por una economía cooperativa, incluyendo agencias estatales, y por una competitividad controlada lo que aporta ventajas en el ámbito de la “producción flexible en masa” en sectores como la construcción de maquinaria, el automovilístico, el electrónico del ocio, el de la tecnología de oficina o de la producción de componentes electrónicos siempre cuando los productos no cambian con demasiada rapidez o mientras pueden ser mejorados de forma incremental. Respecto a tecnologías más bien complejas y de cambio veloz, la diagnosis y prognosis de Kitschelt indica que las condiciones políticas institucionales son más bien desfavorables para la generación de adecuadas estructuras de gobernanza sectorial.

Según el punto de vista de Kitschelt, para la performance económica de un país tienen una importancia central tanto los rasgos estructurales de los sistemas tecnológicos como las estructuras políticas institucionales del mismo país. Que una tecnología pueda establecerse o desarrollarse depende del hecho si existen las estructuras sectoriales de regulación y gestión correspondientes a la tecnología o si pueden desarrollarse, lo que a su vez depende de las estructuras políticas institucionales en general. El desarrollo o la posibilidad de desarrollo de una tecnología está, por lo tanto, marcado por un marco de dos escalones al nivel nacional y sectorial. Pero la tecnología marca también las estructuras institucionales mediante el desencadenamiento de una presión hacia la creación de unas adecuadas estructuras de gobernanza sectorial (que sean eficientes respecto a los costes de transacción) y si hace falta promueve un cambio institucional nacional hacia un sistema de instituciones que permite una mezcla más amplia de sectores y tener, por lo tanto, un portafolio de tecnología más amplio al nivel nacional.

La diferencia entre el estudio de Kitschelt y el *mainstream* de los trabajos sobre las variedades del capitalismo consiste en que resalta la importancia de las estructuras de gobernanza marcada tecnológica y sectorialmente sin descuidar el anclaje de los sectores en un contexto nacional institucional. El concepto de lo que son instituciones tiene un influencia relativamente fuerte de la teoría de los costes de transacción y por eso, la eficiencia se convierte en el criterio central para la estabilidad o el cambio de las instituciones. El componente institucional tiene más consistencia en esa argumentación que en los estudios sobre los sistemas nacionales de innovación, pero es menos diferenciado en respecto al nivel nacional que en los estudios de VoC discutido anteriormente. Digno de atención es la estrategia de usar un concepto diferenciado pero más bien formal de tecnología y de sistemas tecnológicos respectivamente que permite integrarlo sistemáticamente en el análisis como factor que define un sector industrial tanto como variable endógena como exógena. La diversidad evolucionista de la tecnología se reduce y se estructura a través de factores institucionales. Sin

embargo, los sistemas tecnológicos siguen siendo tan multifacético que ni con una estructura institucional nacional homogénea podrían ser regulados de forma eficiente. Se desarrollan estructuras de regulación y gestión sectoriales próxima a la tecnología en la medida que el marco institucional nacional lo permite. Por eso, la diversidad institucional al nivel nacional es favorable para la creación de una estructura de gobernanza sectorial adecuada a la tecnología.

4. Institucionalismo de la sociología de la tecnología

Se echa de menos un análisis detallado de las tecnologías y sus diferentes fases de desarrollo tanto en los enfoques de la teoría de la innovación como en la economía política. Este es diferente, como era de esperar, en la sociología de la tecnología teniendo en cuenta que se está definiendo a través de este sujeto²⁹. Sin embargo, los enfoques institucionalistas son más bien escasos. En las muy conocidas “reglas del método de la génesis tecnológica” (Rammert 1995) falta la referencia explícita a las interpretaciones institucionales. En ellos dominan además la perspectiva del “enactment” según la cual se debe comprender la génesis y el desarrollo de las tecnologías más bien como un proceso contingente de su apropiación social ubicado exclusivamente al nivel de la acción (véase Schulz-Schaeffer 2000).

Principalmente los trabajos sobre sistemas de infraestructura tecnológica o más general sobre los grandes sistemas tecnológicos (GTS)³⁰ se sirven de la perspectiva institucionalista. En su mayoría consideran que instituciones son “sistemas de reglas” (“rule systems”) (Burns & Flam 1987: especialmente p. 292-321, 366-388; Burns & Dietz 1992). En la variante del institucionalismo centrado en los actores de los estudios de la tecnología, (Schneider & Mayntz 1995) se ponen los actores (generalmente corporativas) como pariguales junto a las reglas institucionales. Conjuntamente influyen en el desarrollo tecnológico teniendo en cuenta que las influencias institucionales son al fin y al cabo siempre transmitidas a través de las actuaciones de los actores (Werle 1998).

En el proceso de su creación y desarrollo, los sistemas tecnológicos plantean múltiples problemas de regulación y coordinación. Las interpretaciones institucionales tratan los efectos de las diferencias en las formas de gobernanza, es decir las diferentes formas institucionales de dirección, sobre las desviaciones en el desarrollo de los sistemas. Partiendo de los tipos básicos de la dirección institucional, jerarquía,

²⁹ Lo mismo tiene, en principio, validez para los trabajos de la ciencia política sobre el tema: política y tecnología. El interés principal de la ciencia política se dirige a la (posibilidad de la) regulación de la tecnología considerando que la política estatal es uno de los “impulsores del desarrollo tecnológico” (Mayntz 2001) y otros artículos en Simonis & Martinsen & Saretzki (2001).

³⁰ Nunca se ha conseguido elaborar una definición de grandes sistemas tecnológicos que haya encontrado una aceptación general. Pero los diferentes estudios tampoco han perdido apenas tiempo con problemas de definición (véase Joerges 1999).

mercado y redes se analizan en concreto arrangements institucionales, constelaciones de actores y estrategias de actores en respecto a sus efectos sobre la tecnología (véase Schneider 1991). El centro del interés yace, sin duda, en la difusión y la imposición de una tecnología nueva, mientras la cuestión acerca de los factores causales, es decir la invención científico-tecnológica se sitúa más bien en el segundo plano. En algunos trabajos (p.ej. Thomas 1995) se concibe la tecnología como variable dependiente de forma muy detallada, lo cual excluye prácticamente la posibilidad de establecer relaciones generalizables entre instituciones y tecnología. Otros estudios preguntan de forma más general por determinadas pautas en el desarrollo de sistemas tecnológicos, por las modificaciones en su estructura o simplemente por el éxito o fracaso de una tecnología o de algunas variaciones y por los factores institucionales o relacionados con los actores que lo condicionan.

La investigación de los GTS ha sido impulsada por el trabajo del historiador de tecnología Thomas Hughes, quien analiza la fase temprana del desarrollo de los sistemas de distribución de la electricidad en los Estados Unidos (especialmente en Chicago), Gran Bretaña (especialmente Londres) y Alemania (especialmente Berlín) (Hughes 1983). El autor identifica fases del desarrollo de sistema que no siguen solamente los imperativos tecnológicos y que tampoco están marcados por los inventores con inclinaciones empresariales ("inventor-entrepreneurs") y los diseñadores de sistemas ("system-builders"), a pesar de que el historiador se inclina en este caso a glorificar a las personas o a los grupos particulares ("ingenious technologists") (Joerges 1988:12). Del modelo de fases del desarrollo desde la invención pasando por el desarrollo y la innovación, la transferencia de tecnología, el crecimiento y la competitividad hasta la consolidación y el "momentum" (explicito en Hughes 1987) surge la expectativa de un desarrollo muy similar de aquellos sistemas que parten de las mismas tecnologías de base. Pero lo que Hughes realmente indica es que manteniéndose aún en el marco del modelo en fases- el desarrollo concreto de los sistemas de distribución de electricidad muestran diferencias considerables p.ej. en respecto al grado de la centralización y la integración, y también respecto a su potencial y el nivel del desarrollo tecnológico sin que, no obstante, un sistema sea en todos los aspectos superior o inferior a los demás. Para eso son determinantes, sobre todo, las condiciones institucionales para una intervención estatal en el proceso de desarrollo. Mientras que en el proceso de la toma de decisiones políticas del Chicago liberal dominan los criterios económicos tecnológicos, la estructura política administrativa compleja y muy fragmentada de Londres y sus periferias ha retardado y politizado demasiado las decisiones políticas y ha impedido al final parcialmente la coordinación de numerosos y variados productos de energía eléctrica. Una situación de similar complejidad ha sido tratada con acierto en Berlín en el marco de un sistema institucionalizado de negociación en que participaron a parte de la política los bancos y la industria (Hughes 1983: 175-261).

Continuando el trabajo de Thomas Hughes, se ha hecho una serie de estudios (véase Mayntz & Hughes 1988) que analizan el desarrollo de infraestructuras tecnológicas en red (especialmente las telecomunicaciones, los ferrocarriles y la

electricidad). A pesar de que no tienen, igual que el estudio de Hughes, una orientación meramente institucional, se presta una atención especial al rol de la organización del estado y las instituciones estatales. En la perspectiva histórica, las infraestructuras se han desplegado en la fase determinante de su desarrollo como monopolios territoriales estatales o privados, políticamente tolerados o regulados que han sido protegidos frente a la competencia directa del mercado. Grandes organizaciones internalizaron el desarrollo de sistemas y la jerarquía ha sido durante mucho tiempo la forma de coordinación dominante (Chandler 1977) que posibilitó la integración sistémica a través de jerárquización tecnológica y la homogenización (Werle 1990: 113 ff.). Estas constelaciones institucionales favorecen generalmente el desarrollo de “tecnologías conservadoras” y desemboca muchas veces en las “estasis tecnológica” que podría estar acompañada de pérdidas de eficiencia, pero no necesariamente. En correspondencia, los cambios de la infraestructura tecnológica no son tanto -o por lo menos no inmediatamente- el resultado de innovaciones tecnológicas radicales, que se producen fuera de este sistema, sino consecuencia de los cambios relativamente autónomos de carácter político institucional (véase Salsbury 1994; también Grande & Schneider 1991). Lo último muestra Volker Schneider (2001) en un análisis teórico-evolucionista de la transformación institucional de las telecomunicaciones durante dos siglos en los seis países industriales más importantes. La coordinación institucional de la telecomunicación se ha transformado pasando de estructuras del monopolio estatal hacia estructuras de mercado. En este proceso no es que las innovaciones tecnológicas especialmente la revolución de ordenadores- no tenga ninguna importancia, sin embargo aportan evidentemente poco para la explicación de los cambios institucionales y sus diferencias y sus desincronismos en los países analizados (Schneider 2001: especialmente Cap. 5). También es relevante que el desarrollo vertiginoso de la tecnología de los ordenadores se ha producido en gran parte fuera del sector de las telecomunicaciones y en su mayor parte en los EE.UU., donde la industria de ordenadores está coordinada sobre todo a través del mercado a pesar de que también la política tecnológica estatal (sobre todo militar) ha jugado siempre un importante papel en la generación de innovaciones en este ámbito (Halfmann 1984; Norberg & O’Neill 1996; Ceruzzi 1998).

Cambios de componentes importantes o también del conjunto de la arquitectura del sistema de la telecomunicación resultan ser la consecuencia de cambios institucionales en este sector. De facto, la deregulación y la liberalización causan una “desconcentración vertical” de los sistemas (Mayntz 1993: 106), sin que la dirección (Steuerung) de las tecnologías haya sido un objetivo primordial (Werle 2001b). El cambio institucional hacia una mayor orientación al mercado se debe más que nada en la confianza general de su “superior eficiencia de innovación” (Wiesenthal 2000; con más detalle Baumol 2002). Se transformaron arquitecturas jerárquicas y centralizadas en descentralizadas, moduladas y puestas en red. La Internet, la red de las redes, es quizás el ejemplo más impresionante para estos procesos de transformación e innovación. A parte de algunas decisiones más bien casuales, son especialmente las condiciones institucionales existentes en los EE.UU. de los años 1980 y al principio de

los años 1990 las que explica por que la Internet americana ha tenido primero al nivel nacional y luego al nivel internacional una difusión tan rápida absorbiendo o marginalizando otras redes. Al contrario que en Europa, en los EE.UU. las telecomunicaciones han sido ya desreguladas en gran parte, funcionando los mecanismos de mercado en la industria de los ordenadores; también el sector universitario, donde la red se difundió primero, ha sido organizado aplicando hasta cierto punto criterios de competitividad (para eso véase Leib & Werle 1998). Las redes de ordenadores para la ciencia que se han creado al principio de los años 1980 en diferentes estados europeos con el soporte de la promoción pública y coordinada por las políticas industriales fracasó cuando se permitió la entrada de la Internet en Europa (Leib & Werle 1997; véase también Mowery & Simcoe 2002; Werle 2002).

En el caso de la Internet, los factores institucionales explican el éxito o el fracaso de una tecnología, y también se recurren a este tipo de variables para explicar, por ejemplo, las diferencias específicas entre arquitecturas tecnológicas, como lo muestra otro estudio del ámbito de las telecomunicaciones. En los años 1980 se ha introducido en Norteamérica, Japón y varios países europeos un servicio interactivo de telecomunicación -llamado en Alemania 'texto de monitores' (Bildschirmtext - btx), que se considera hoy en día como un precursor de los servicios de la Internet. La constelación institucional, en que las empresas de la telecomunicación como actores más importantes diseñaron los procesos de la configuración tecnológica, difería de un país al otro. Por eso, las empresas de telecomunicación disfrutaron de unos monopolios de diferente alcance con la consecuencia de que en Francia, donde las terminales de los servicios formaron parte del monopolio, se desarrollaron pequeños monitores homogéneos (Minitel) que servían exclusivamente para el usufructo de los nuevos servicios (coordinación vertical). Por el contrario, en Alemania la provisión de las terminales no formaba parte del monopolio. Aquí se preveía adaptar los televisores privados mediante decodificadores para que sirvieran de Btx-terminales, pero a las empresas productoras se convencieron solamente después de un proceso largo de negociación (coordinación horizontal). También había diferencia en la arquitectura de la red propiamente dicha. Los grandes bancos de datos necesarios para guardar la información eran parte de una infraestructura centralizada. Proveedores privados de servicios debían guardar sus datos en este servidor. En Francia, la mayoría de los bancos de datos era explotada externamente por servidores privados y conectada a la red de datos a través de nudos de acceso especiales. En este aspecto, el sistema francés ha sido menos centralizado que el sistema alemán, lo que se explica por la poca claridad del estatus legal de los servicios Btx y con la estructura federal de Alemania. Por el hecho de que los Bundesländer (las regiones federales alemanas) tienen la competencia reguladora sobre los medios electrónicos de masa y tendían hacia la posición de definir el Btx como uno de estos tipos de servicio de masa, lo que se pretendía era sacar los bancos de datos de las competencias de los Länder a través de su centralización en el sistema de la *Bundespost* (correo federal) (Schneider et al. 1991).

En otro estudio centrado esencialmente en Alemania, el historiador Joachim Radkau (1983) ha investigado el desarrollo de la energía nuclear. Analiza el crecimiento y la crisis de la economía nuclear, la institucionalización de la política nuclear y las constelaciones de intereses específicos creadas en el curso del entretrejimiento del estado, la ciencia y la economía. En ellas se toman las decisiones estratégicamente importantes, que están condicionado por el creciente peso de la gran investigación nuclear y la creciente concentración de la industria nuclear en detrimento de la "Deutschen Atomkommission" (La Comisión Atómica Alemana), que es un sistema de negociación que representa, incluyendo las diversas subcomisiones, un gran abanico de intereses (Radkau 1983: 302 ff.). Después de haber trabajado en diferentes líneas de desarrollo de reactores nucleares, se toma de facto la decisión en favor del reactor del agua ligera teniendo en consideración también la creciente competitividad internacional. No se trata del más seguro y más eficiente de los diferentes tipos de reactores, pero en su construcción se parece bastante a las centrales eléctricas de carbón con que esta familiarizada la economía energética. La mezcla de elementos político-jerárquicos e industrial-oligopolicos con una política tecnológica orientada a la exportación ha conducido el desarrollo de la tecnología a una dirección que ya tenía poco en común con las ideas y planes originales.

La mayoría de los estudios discutidos en este apartado han mostrado que los enfoques explicativos del Institucionalismo se han limitado durante mucho tiempo a contrastar las formas de dirección institucional de mercado y de jerarquía o a concebir los fenómenos institucionales reales como diferentes relaciones de mezcla de elementos del mercado y de jerarquía y analizar sus efectos sobre el desarrollo tecnológico. Las formas de coordinación en red, sobre todo al nivel de la organización de las empresas y de la producción, que entraron a partir de los años 1990 cada vez más en el punto de mira (Powell 1990), se han tematizado tarde como factores que ejercen influencia sobre la tecnología.

Las "redes de innovación", es decir „relaciones en forma de red entre los sistemas sociales que generan, aplican y regulan tecnología“^{*}(Kowol & Krohn 1995: 78) se constituyen en su mayoría en el contexto de la generación y la difusión de nuevas tecnologías³¹. Las redes no están integradas solamente por inventores o empresas inmediatamente interesadas en la tecnología. Por lo tanto, no se trata de "*networks of innovators*" (Freeman 1991), sino de redes heterogéneas en que también juegan un rol por ejemplo los usuarios, los reguladores y otros grupos de actores. Basados en negociaciones y confianza ayudan a dominar la complejidad y reducir incertidumbre allí donde tienden a fracasar los mercados, especialmente respecto al flujo de información;

^{*} Traducción propia del original "netzwerkartige Beziehungen zwischen den technikerzeugenden, -verwendenden und -regulierenden Sozialsystemen".

³¹ Redes de innovación no son meras redes políticas. El uso del concepto de redes políticas es más estrecho. En el contexto de la investigación de innovaciones científicas y tecnológicas, se utiliza este concepto cuando se analiza el rol de las redes de actores en el proceso de las promoción y regulación política de la innovación (véase por ejemplo Abels 2000; y también Jansen 1991).

y las jerarquías, sobre todo en cuanto a flexibilidad (Kowol & Krohn 1995; véase también Rammert 1997).

Son raras las investigaciones del efecto concreto de las redes de innovación sobre la tecnología. En su mayoría, poniendo su mirada solamente en el éxito o el fracaso, muestran que la generación de innovaciones tecnológicas con perspectiva de éxito dependen de la creación y estabilización de redes sociales en que colaboran por ejemplo universidades y las empresas activas en investigación y desarrollo de una determinada región (Giesecke 2001a). Para eso, las agencias políticas ejercen muchas veces el papel del promotor y moderador (Häusler & Hohn & Lütz 1994)³².

Una de las pocas obras que ha aplicado el enfoque de redes específicamente a los procesos del desarrollo y de la imposición de tecnologías ha sido presentada por un grupo de investigación bajo la dirección de Johannes Weyer (Weyer et al. 1997). Para ellos, los procesos de innovación tecnológica tienen una dimensión temporal y social. Similar al trabajo de Hughes ya presentado, el proceso temporal sigue un modelo de fases. Las innovaciones con éxito recorren fases de generación, de estabilización y de imposición. En paralelo, cambia en la dimensión social la red de los actores que apoyan la innovación. Según la tesis central de los autores, solamente cuando los actores participan en la construcción de una tecnología “consiguen construir redes sociales y estabilizarlas de tal forma que formen una base sólida para un proyecto tecnológico”^{*} una tecnología nueva tendrá éxito (Weyer et al. 1997: 20). En la fase inicial se traducen inventos más bien casuales de actores innovadores en unos modelos de construcción general con especificaciones fundamentales de arquitectura, producción y uso de una tecnología. Se constituye una red de actores potencialmente interesados. En la siguiente fase los actores capaces de actuar estratégicamente se ponen en red para promocionar la tecnología siguiendo intereses propios. De esta forma se absorbe incertidumbre que posibilita el futuro desarrollo de la tecnología. La idea innovadora y el modelo general se convierten en prototipos tecnológicos. Al final, en la fase de la imposición, la red se abre a nuevos miembros como usuarios, afectados, promotores y si hace falta críticos. En esta fase se inventan también nuevas conexiones de aplicación (contextos/ relaciones) y nuevas formas de uso. Si no se está creando y consolidando socialmente una red en cada una de las fases del “desarrollo”, que sea capaz de tomar las decisiones necesarias y realizar las correspondientes tareas de construcción - no solamente de carácter tecnológico- entonces la innovación se quedará al nivel ya alcanzado. Para la imposición de una tecnología es especialmente decisiva la “apertura

³² En esta dirección se dirigen también algunos estudios realizados a continuación de Gibbons et al. (1994) sobre las “Nuevas formas de la producción del conocimiento” (Bender (Ed.) 2001) como los estudios de “Triple Helix” sobre “University-Industry-Government Relations” (Etzkowitz & Leydesdorff 1998; Leydesdorff & Etzkowitz 1998). En el curso del proceso de innovación se ponen en red organizaciones de la política, de la ciencia y de la economía que hasta entonces estaban más bien ligeramente acopladas. Al mismo tiempo, se ocupan de tareas que antes pertenecían al ámbito competencial exclusivo de las organizaciones de los otros respectivos sectores.

^{*} Traducción propia del original: “soziale Netzwerke zu konstruieren und derart zu stabilisieren, dass sie eine solide Basis für ein Technikprojekt bilden”

enérgica” de las redes (Weyer et al. 1997: 330). Desde esta perspectiva, la generación, la estabilización y la imposición de una tecnología son cada una un paso autónomo en la innovación.

En cuatro estudios de caso sobre Airbus, ordenadores personales, el tren transrapido y la televisión vía satélite, los autores han analizado el desarrollo tecnológico siguiendo las líneas de este modelo de fases. En los casos singulares resulta difícil delimitar las fases de la generación, de la estabilización y de la imposición entre si. Esto tiene mucho que ver, también, con el hecho de que este estudio rico en material está investigando en un caso toda una clase de soluciones de hardware y de software de diferentes productores bajo la designación colectiva de ordenador personal y en otro caso una variante innovadora de un avión de pasajeros impulsado por turbinas de velocidad subsónica -el Airbus- desarrollado por un consorcio empresarial.

Desde una perspectiva teórica parece importante que la configuración de las redes se describe en parte como un proceso de una autocoordinación espontánea sin que este planificado de ninguna manera (Weyer et al. 1997: 99). No se trata sistemáticamente la imbricación o solapamiento de las formas institucionales basadas en confianza y negociación con aquellos de coordinación jerárquica o de mercados respectivamente. Quizás es por eso que se evita el intento indudablemente difícil de tipificar las redes y compararlas en respecto a su rendimiento. Si se tuviera en consideración, por ejemplo, las diferencias de poder entre los actores entonces se podría poner en relación la distinción entre redes “clientelistas, corporativistas y pluralistas” -introducida de paso por los autores (Weyer et al. 1997: 334)- con el transcurso y los resultados de las fases de desarrollo de la tecnología (véase también Dolata 2003: 35-81).

Enmarcar institucionalmente los sistemas de negociación, lo que sirve luego para la coordinación del desarrollo tecnológico, tiene un rol importante en algunos estudios sobre los procesos de la estandarización tecnológica. Muchos estándares coordinan la cooperación de componentes tecnológicos en contextos de sistemas más grandes e influyen, de esta forma, también en el desarrollo funcional y estructural de estos sistemas (Schmidt & Werle 1994). Por lo menos en los ámbitos del monopolio de los gestores de redes, se han establecido los estándares jerárquicamente para los grandes sistemas de infraestructuras tecnológicas. En la industria de los ordenadores, pero también en otras industrias son los grandes Global Player que, muchas veces, imponen los estándares casi de forma hegemónica (véase Genschel & Werle 1993). Por otra parte, los estándares se pueden difundir también de forma no regulada en el mercado. Pero en muy frecuentemente es negociado en comités (Genschel 1995). Estos comités están enmarcados en grandes organizaciones de estandarización oficiales nacionales e internacionales. Pero algunos tienen una carácter más bien privado e inoficial tomando la forma de consorcios (industriales) y foros que se constituyen a veces de forma ad hoc. Además las organizaciones de estandarización se distinguen entre si por su tamaño, por sus condiciones para ser miembro y por otras características. A pesar de ello se muestra una notable isomorfía en el ámbito de las organización de la

estandarización mediante comités (para eso véase DiMaggio & Powell 1991). Los comités están, con limitaciones, abiertos a la colaboración de todas las organizaciones interesadas en los estándares. A menudo, sus delegados mantienen entre sí -de facto- unas relaciones de red relativamente estrechas dentro del contexto institucional correspondiente. La colaboración no se paga y las organizaciones de estandarización no están orientadas a la obtención de beneficios. Las decisiones de los comités se toman aplicando el principio del consenso. Los estándares no tienen un carácter de obligación legal y son generalmente bienes públicos (Werle 2001a).

Junto con las estrategias de los actores involucrados, las condiciones institucionales tienen efecto sobre los resultados de los procesos de estandarización. Es decir tienen efecto sobre el hecho de que se consigue establecer un estándar y su modo de especificación, que a su vez influye en el desarrollo de los sistemas tecnológicos³³. Así el fracaso relativo del ya mencionado sistema de textos de monitor alemán y los sistemas similares europeos y transatlánticos es también consecuencia del hecho de que no se pudieron acordar unos estándares comunes en el curso de las negociaciones en la Unión Internacional de Telecomunicación (Internationalen Telekommunikationsunion - ITU) y una decisión por mayoría en favor del estándar de uno de los diferentes sistemas ha sido prácticamente imposible (Schmidt & Werle 1998: Pág. 7). Pero un estándar común hubiera sido necesario para traspasar las fronteras de los cerrados mercados nacionales. Sin estándar común los sistemas nacionales no podían acoplarse o solamente podían hacerlo a través de elevados esfuerzos. Comparado con la Internet, para el que se han aprobado de manera consensuado estándares centrales de compatibilidad, este sistema ha quedado fragmentado desde una perspectiva global. En el caso de otro servicio de telecomunicación, el telefax, se ha conseguido, por lo contrario, acordar continuamente en el curso de décadas nuevos estándares comunes internacionales, que ha facilitado que ya desde tiempo se disponga de un servicio – similar al servicio de teléfonos – al nivel global y que aparatos de telefax de diferentes especificaciones sean compatibles (Schmidt & Werle 1998: Pág. 8).

El ejemplo de la estandarización tecnológica muestra que las condiciones institucionales del desarrollo tecnológico no juegan sólo un rol en la elaboración concreta de una solución tecnológica determinada, sino también de forma más indirecta en los procesos institucionales de coordinación o regulación que se producen antes o de forma paralela. Es fácil no darse cuenta de eso cuando se sigue con demasiado énfasis el principio „*follow the actors*“ tan extendido en los estudios de tecnología (Latour 1987)³⁴. Este reproche no se dirige tanto al enfoque de red que permite tener en cuenta conceptualmente tanto las formas de coordinación de red en diferentes fases y

³³ Otras condiciones institucionales producirían otros estándares. También mínimas diferencias institucionales podrían producir diferencias en caso singulares. Los estándares de los comités suelen diferenciarse generalmente de los estándares de los mercados (véase Farrell & Saloner 1988). Sin embargo, los procesos de mercado juegan casi siempre un cierto papel en la estandarización.

³⁴ Eso es también una de las críticas centrales a los enfoques social constructivistas de los estudios de la tecnología. (véase Klein & Kleinman 2002).

diferentes niveles del desarrollo de una tecnología como la forma y la fuerza de las relaciones de red de las diferentes redes. También se puede considerar que las redes están enmarcadas en estructuras sociales más complejas³⁵ o, más específico, en otras instituciones de coordinación, que podrían influir en su estructura y potencial de rendimiento. Además, se deben dejar fuera las diferencias entre los diversos nudos singulares de la red respecto a su poder y sus influencias, a no ser que se use una definición de red que la comprenda exclusivamente como un entretejido relacional entre iguales.³⁶

En una consideración concluyente del potencial teórico del institucionalismo tecno-sociológico podemos constatar que la mayoría de las obras tienen en común una comprensión del desarrollo tecnológico como un trabajo de coordinación social, que se realiza a través de las formas institucionales de los mercados, de la jerarquía y de red. Estas formas están muchas veces entremezcladas. En los estudios singulares se les diferencian más. Dentro de las diferentes formas de coordinación se distingue determinadas constelaciones y tipos de actores (p.ej. corporativo, colectivo, individual o estatal, privado). Se hacen comparaciones entre países porque las formas de coordinación están mezcladas de diferente forma en un país y en el otro y por que en cada uno domina una forma diferente. La tipología inicial entre mercado, jerarquía y red no se desarrolla más de forma sistemática. No obstante, se pueden observar correspondencias entre estas formas de coordinación y las estructuras de los grandes sistemas tecnológicos. Así, la disolución de los monopolios en las telecomunicaciones y el paso a una coordinación orientada más al mercado ha conducido a una descentralización y un acoplamiento ligero de las redes. Sin embargo, en gran parte queda sin aclarar cómo las formas de coordinación se comportan respecto a las diferentes fases y niveles del desarrollo de una tecnología. No cabe duda de que el institucionalismo tecno-sociológico, del mismo modo que otros enfoques de la sociología de la tecnología, se ha caracterizado sobre todo por haber mostrado lo cuestionable que es la posición del determinismo tecnológico, pero sin considerar los sistemas tecnológicos como arbitrariamente moldeables y modificables

El institucionalismo tecno-sociológico se interesa más por el desarrollo de infraestructuras tecnológicas o de grandes sistemas tecnológicos (en red) que por artefactos tecnológicos concretos. La idea de un desarrollo tecnológico lineal es rechazado por inadecuado, pero se usan mucho modelos de fases. Los sistemas pasan por diferentes fases sucesivas respecto al tiempo, pero a veces también respecto a lo objetivo. Siguiendo pautas como “generación, estabilización y imposición” o “expansión, diferenciación, transformación” o simplemente “fragmentación y integración”. Las fases

³⁵ Eso resalta el „*societal constructivism*“ (Disco & Van der Meulen 1998), que (solamente) en este aspecto podría reclamar con toda la legitimidad el derecho de haber superado los puntos debiles del socialconstructivismo (véase Weyer 2004).

³⁶ En modo alguno, los actores que participan en la estandarización son iguales. Disponen de diferentes recursos y posibilidades de influencia. En el proceso de la estandarización esta diferencia no tiene ninguna o solamente una importancia secundaria cuando la regla central de la toma de decisión se basa en el principio del consenso. El factor institucional nivela las diferencias entre los actores.

se pueden repetir cíclicamente y la evolución no implica necesariamente una mayor eficiencia o efectividad. Cuando se habla, por lo tanto, del éxito o del fracaso en relación a la expansión y la imposición de una tecnología, eso no implica que la tecnología, que ha tenido éxito, sea en todos los aspectos superior a la tecnología que ha fracasado³⁷.

En el institucionalismo, generalmente, no se hace un análisis diferenciado de la tecnología como en otros campos de la sociología de la tecnología. No obstante, una mayor diferenciación tampoco sería útil si no fuese acompañado por el uso de conceptos institucionales adecuadamente diferenciados. Los estudios que contemplan de forma detallada elementos tecnológicos e institucionales son estudios de caso clásicos sobre una tecnología en un país singular, que muchas veces se caracterizan más por el amor al detalle que por el interés a generalizaciones.

En las obras aquí discutidas la tecnología no tiene siempre el estatus exclusivo de una variable dependiente. Algunos autores denominan los sistemas analizados sistemas socio-técnicos para evidenciar así que se considera que los componentes tecnológicos de los grandes sistemas son casi igual de importante que los componentes sociales. De esta forma se constituyen configuraciones socio-técnicas en las que la propia tecnología puede parecer un hecho institucional -en el sentido durkheimiano- que coordina las acciones sociales. En casos extremos se atribuye a los grandes sistemas tecnológicos un "incremento de la interdependencia funcional y de la puesta en red social" así como un reforzamiento de las formas institucionales de coordinación, es decir un potencial considerable de incunación (Mayntz 1993). No obstante, se considera generalmente que las variables institucionales son constantes y difícilmente modificables. La tecnología debe integrarse de una forma o de otra o tener una compatibilidad con su entorno institucional que le permita estabilizarse (véase Burns & Baumgartner 1984).

5. Perspectivas de investigación

Para los enfoques institucionalistas, que se han discutido aquí, la generación y el desarrollo de la tecnología tienen distinta relevancia]. La teoría de la innovación se interesa a parte de la innovación tecnológica sobre todo por la innovación organizativa y recientemente con más ímpetu por la generación y la absorción de conocimiento nuevo orientando su línea argumentativa principalmente contra la escuela neo-clásica. Se endogeniza la innovación tecnológica y se muestra que -sobre todo- los sistemas institucionales nacionales, pero también los sectoriales y regionales tienen un comportamiento innovador cuantitativa y cualitativamente diferente. En algunos países

³⁷ También los estudios recientes orientados a la teoría evolucionista lo ha dejado de hacer. Más bien resaltan ahora "different dimensions of merit", que tienen importancia en las decisiones respecto a la arquitectura de los sistemas. (Tushman & Rosenkopf 1992: 334).

se generan más novedades que en otros. Además las innovaciones pueden ser incrementales o radicales. Generalmente, el institucionalismo de la teoría de la innovación usa un concepto de instituciones amplio y en su conjunto poco consistente lo cual dificulta enormemente el desarrollo teórico de este enfoque.

Al contrario, el institucionalismo político-económico se esfuerza más por un concepto de instituciones o constelaciones institucionales respectivamente que ofrece más conexiones teóricas debido al hecho de que no solamente analiza la *performance* económica sino también parcialmente el cambio institucional. En el primer plano se sitúa el carácter regulador de las instituciones. Muy fructífera se ha mostrado la distinción muy definida de los sistemas institucionales relacionados con la producción en económicas de mercados liberales y coordinados. En su forma ideal típica, las dos muestran un elevado grado de complementariedad de sus elementos institucionales, que les da respectivamente una gran estabilidad. Con la mirada puesta en la *performance* económica, los dos tipos ofrecen ventajas comparativas específicas, lo cual hace improbable que los sistemas institucionales nacionales converjan a pesar de una economía globalizada.

En los trabajos político-económicos, las innovaciones tecnológicas tienen relevancia principalmente por su influencia en la *performance* económica de una economía nacional. En este aspecto, la economía liberal del mercado no se muestra siempre superior a la coordinada. Las economías muestran más bien su potencial específico en respecto a los diferentes tipos de la innovación tecnológico. Las economías del mercado liberales favorecen innovaciones radicales, mientras que en las economías del mercado coordinadas se generan sobre todo innovaciones incrementales. Esta distinción entre innovaciones radicales e incrementales, que ya ha sido mayoritariamente utilizada en los estudios de la teoría de la innovación, ha experimentado una ampliación muy útil por parte del institucionalismo político-económico. Para responder a la pregunta porque al contrario al esperado también en las economías del mercado coordinadas pueden aparecer con relativa frecuencia innovaciones radicales, se distingue en algunos estudios entre tecnologías discretas y acumulativas. Los últimos, una vez puesta la base tecnológica, podrían avanzar en su desarrollo paso a paso. En este aspecto se "ajustan" a las economías coordinadas del mercado a pesar de que se han generado -hablando de sus fundamentos- como una innovación radical. Innovaciones radicales, que avancen en su desarrollo de forma incremental, pueden prosperar, por lo tanto, también en economías coordinadas.

El institucionalismo tecno-sociológico considera el desarrollo tecnológico primordialmente como un problema de coordinación. En consecuencia, su objetivo de investigación preferido son los (grandes) sistemas tecnológicos. Cómo en los trabajos político-económicos, en la mayoría de los casos se concibe los sistemas de instituciones como sistemas de regulación. No obstante, la sociología de la tecnología se limita casi siempre a clasificar las formas de la coordinación institucional según los tipos básicos jerarquía, mercado y red. Solamente en casos contados se analizan formas mezcladas. De esta forma, tienen problemas similares a los del institucionalismo

propio de la teoría de la innovación. Mientras este se perfila de modo característico cuando muestra los puntos débiles de los enfoques neo-clásicos, el institucionalismo de la sociología de la tecnología como la mayoría de los otros enfoques en esta disciplina parcial de la sociología, tiene su atractivo en el hecho de que muestra la cuestionabilidad del determinismo tecnológico y de la percepción de un desarrollo lineal de la tecnología. Solo se ha producido un tímido avance en el desarrollo de la teoría de las instituciones por parte de la sociología de la tecnología. Aquí hay que mencionar especialmente la variante del institucionalismo centrado en el actor, que ayuda a explicar los cambios tecnológicos en un marco institucional relativamente estable concibiendo, dentro de este marco, las constelaciones de actores y las estrategias de los actores como factores de influencia cambiantes.

Llama la atención el hecho de que el enfoque institucionalista propio de la sociología de la tecnología ponga su mirada tanto en el éxito o fracaso de una innovación tecnológica como en los rasgos arquitectónicos generales de los sistemas, pero que su interés principal esté dirigido a la sucesión temporal y objetiva del desarrollo de los sistemas tecnológicos y a las resoluciones de los problemas de desarrollo y coordinación que se presentan en correspondencia. Según esto, los sistemas pasan por diferentes fases, que pueden reproducirse cíclicamente. Los sistemas producen en el curso de este proceso dinámicas propias, que confrontan las instituciones, que les enmarcan, con las diferentes exigencias respectivas. Una constelación institucional dada, que se modifica en general lentamente o que no se modifica en absoluto, favorece o impide una trayectoria determinada de una tecnología.

A pesar de que la relevancia de la tecnología es diferente en los institucionalismos de la teoría de la innovación, de la economía política y de la sociología de la tecnología, estos enfoques comparten el interés por la innovación tecnológica y su desarrollo. En algunos casos -especialmente en el ámbito de la sociología de la tecnología- se concibe la tecnología de forma muy detallada. Pero los enfoques se sirven generalmente de categorizaciones simples tales como radicales e incrementales. Cuando no se queda a un bajo nivel de diferenciación, es este "*black-boxing*" lo que mejor abre la posibilidad para elaborar las relaciones o correspondencias generales entre las constelaciones institucionales y los desarrollos tecnológicos, por lo menos siempre y cuando la constelación institucional se base en tipificaciones de fuerte generalización como jerarquía, mercado, redes o economía liberal o coordinada del mercado. La alternativa de concebir de forma detallada instituciones y tecnología no ha producido aún resultados generalizables convincentes.

En los tres enfoques, a parte de algunas excepciones en la sociología de la tecnología, tratan la tecnología principalmente como variable dependiente. Sin embargo, es evidente que su desarrollo está institucionalmente subdeterminado. Siempre hay aún otros factores en juego que influyen en la tecnología. Además, en cada caso, existen también impulsos inducidos por la tecnología que podrían desencadenar una presión sobre las instituciones, provocada por ellos, hacia un cambio. Mientras que las instituciones se muestran relativamente resistentes a esta

presión -como las obras discutidas suponen-, el cambio tecnológico puede ser, en efecto, inducido de forma exógena, pero solo se impone cuando se muestra, por lo menos, compatible con las constelaciones institucionales en cuestión. En el caso de incompatibilidad, esta constelación ejerce de „*adverse environment*“ (Jürgens & Naumann & Rupp 2000) y impide la difusión de las nuevas tecnologías.

¿Las obras, que recurren a las instituciones para explicar el cambio tecnológico, no deben, principalmente, tener en cuenta también una relación causal reciproca? Esta posibilidad se esboza en algunos estudios. En la teoría de la innovación, el concepto del cambio de un paradigma tecno-económico postula que los cambios tecnológicos revolucionarios podrían abolir un régimen institucional tradicional y establecer un nuevo (Freeman & Perez 1988)³⁸. Además se argumenta desde una perspectiva comparativa que en los países en que una nueva tecnología se impone con menos éxito que en otras se desencadenan, en primer lugar, procesos de cambio sobre todo en las instituciones relevantes para la política de innovación que podrían mejorar la capacidad de transferencia entre tecnología e instituciones (Giesecke 2001b). Algo similar se encuentra en los trabajos político-económicos sobre „*institutional adaptiveness*“ (Casper 2000). Finalmente, en la sociología de la tecnología asimismo se constata, argumentado en la misma línea, que la constitución de estructuras de coordinación en forma de red -parcialmente promovida por la política tecnológica- „significa una innovación social para la generación de innovaciones tecnológicas“* en que las innovaciones tecnológicas e institucionales están „relacionadas de forma recíproca“** (Krücken & Meier 2003: 79). Al mismo tiempo se habla de una relación coevolutiva entre las instituciones estatales y los sistemas de infraestructura tecnológica (Mayntz 1993: 105).

Esta idea juega muchas veces un rol en los estudios orientados a la teoría de la evolución sobre el desarrollo tecnológico- La idea de la „*Coevolution of Technologies and Institutions*“ (Nelson 1994) quedan, sin embargo, más bien a un nivel programático. En tanto que los estudios correspondientes „tienen“ una orientación empírica se sirven de material de la historia de la tecnología. El desarrollo tecnológico se entiende como un proceso cíclico, que comienza con una fase de la discontinuidad tecnológica, continua con una fase de aceleración en que compiten tecnologías substitutivas hasta que se impone en la próxima fase un diseño dominante, que su desarrollo avanza a continuación solamente de forma incremental (Rosenkopf & Tushman 1994; también Tushman & Rosenkopf 1992). En el curso de este proceso se alternan periodos de la „construcción social“, es decir de la configuración organizativa e institucional de una tecnología, con aquellos del determinismo tecnológico, es decir la acuñación de la tecnología, pero también del entorno organizativo e institucional inducido por la tecnología. (Rosenkopf & Tushman 1994: 404).

³⁸ Castells (1996) relaciona cambios que aún van más allá con las „revolución de la tecnología informacional“.

* Traducción propia de „*eine soziale Innovation zur Hervorbringung von technischen Innovationen*“ (el traductor).

** Traducción propia de „*rekursiv aufeinander bezogen sind*“ (el traductor).

El concepto de la coevolución ofrece sin duda una perspectiva interesante de investigación pero, desde el punto de vista del institucionalismo, parece poco especificado en cuanto a la relación entre el desarrollo tecnológico e institucional. Para elaborarlo más nítidamente se debería, en primer lugar, realizar estudios de caso y buscar, centrándose en la innovación, los efectos recíprocos entre innovación institucional y tecnológica³⁹. Para eso, la idea directriz es que los procesos interactivos -intermediado e influenciado por las acciones de los actores- cambian la tecnología y las instituciones teniendo en cuenta que tanto el cambio tecnológico como institucional está influenciado también por otros factores, que se consideran desde esta perspectiva exógenos. Un diseño de investigación enfocado en los efectos recíprocos obliga a relacionar sistemáticamente las categorías del cambio institucional y tecnológico entre sí, lo cual en su conjunto podría resultar productivo también para la elaboración de la teoría institucional.

³⁹ Esta dirección indica un estudio sobre las „interacciones“ entre el cambio científico, institucional y organizativo en las biología molecular (Henderson & Orsenigo & Pisano 1999).

Literatur/ Bibliografía

- ABELS, Gabriele, 2000: Strategische Forschung in den Biowissenschaften, Der Politikprozeß zum europäischen Humangenomprogramm. Berlin: Edition Sigma.
- ARCHIBUGI, Daniele & Mario PIANTA, 1992: The Technological Specialization of Advanced Countries. Dordrecht/ Boston/ London: Kluwer Academic Publishers.
- ARCHIBUGI, Daniele & Mario PIANTA, 1993: Patterns of Technological Specialisation and Growth of Innovative Activities in Advanced Countries. In: Kirsty S. Hughes (Hrsg.) European Competitiveness. Cambridge: Cambridge University Press, 105-132.
- BAUMOL, William J., 2002: The Free-Market Innovation Machine. Analyzing the Growth Miracle of Capitalism. Princeton /Oxford: Princeton University Press.
- BEHRENS, Maria, 2000: Nationale Innovationssysteme im Gentechnikkonflikt. Ein Vergleich zwischen Deutschland, Großbritannien und den Niederlanden. In: Daniel Barben & Gabriele Abels (Hrsg.), Biotechnologie – Globalisierung – Demokratie. Politische Gestaltung transnationaler Technologieentwicklung. Berlin: Edition Sigma, 205-227.
- BEHRENS, Maria, 2002: Internationale Technologiepolitik. Politische Gestaltungschancen und -probleme neuer Technologien im internationalen Mehrebenensystem. Polis Nr. 56, 2002. Hagen: Institut für Politikwissenschaft der Fernuniversität Hagen.
- BEIJE, Paul, 1998: Technological Change in the Modern Economy. Basic Topics and New Developments. Cheltenham/ Northampton: Edward Elgar.
- BENDER, Gerd (Hrsg.), 2001: Neue Formen der Wissenserzeugung. Frankfurt a.M.: Campus.
- BEYER, Jürgen, 2003: Deutschland AG a.D.: Deutsche Bank, Allianz und das Verflechtungszentrum des deutschen Kapitalismus. In: Wolfgang Streeck & Martin Höpner (Hrsg.), Alle Macht dem Markt? Fallstudien zur Abwicklung der Deutschland AG. W. Frankfurt a.M.: Campus, 118-146.
- BRACZYK, Hans-Joachim & Gerhard FUCHS & Hans-Georg WOLF (Hrsg.), 1999: Multimedia and Regional Economic Restructuring. London/ New York: Routledge.
- BRAUN, Dietmar, 1997: Die politische Steuerung der Wissenschaft. Ein Beitrag zum „kooperativen Staat“. Frankfurt a.M.: Campus.
- BRESCHI, Stefano & Franco MALERBA, 1997: Sectoral Innovation Systems: Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics, and Spatial Boundaries. In: Charles Edquist (Hrsg.), Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations. London/ Washington: Pinter, 130-156.
- BURNS, Tom R. & Thomas BAUMGARTNER, 1984: Technology, Society, and Social Change. In: Thomas BAUMGARTNER & Tom R. BURNS (Hrsg.), Transitions to Alternative Energy Systems. Entrepreneurs, New Technologies, and Social Change. Boulder/ London: Westview, 11-24.
- BURNS, Tom R. & Thomas DIETZ, 1992: Technology, Sociotechnical Systems, Technological Development: An Evolutionary Perspective. In: Meinolf DIERKES & Ute HOFFMANN (Hrsg.), New Technology at the Outset. Social Forces in the Shaping of Technological Innovations. Frankfurt a.M./ New York: Campus/ Westview, 206-238.
- BURNS, Tom R. & Helena FLAM, 1987: The Shaping of Social Organization. Social Rule System Theory with Applications. London: Sage Publications.
- CARLSSON, Bo, 1994: Technological Systems and Economic Performance. In: Mark DODGSON & Roy ROTHWELL (Hrsg.), The Handbook of Industrial Innovation. Aldershot/ Brookfield: Edward Elgar, 13-24.

- CARLSSON, Bo & Staffan JACOBSSON, 1994: Technological Systems and Economic Policy. The Diffusion of Factory Automation in Sweden. In: *Research Policy* 23, 235-248.
- CARLSSON, Bo et al., 2002: Innovation systems: analytical and methodological issues. In: *Research Policy* 31, 233-245.
- CASPER, Steven, 2000: Institutional Adaptiveness, Technology Policy and the Diffusion of New Business Models: The Case of German Biotechnology. In: *Organization Studies* 21, 887-914.
- CASPER, Steven & Henrik GLIMSTEDT, 2001: Economic Organization, Innovation Systems and the Internet. In: *Oxford Review of Economic Policy* 17, 265-281.
- CASPER, 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.
- CASTELLS, Manuel, 1996: *The Rise of the Network Society*. Malden, MA/ Oxford: Blackwell.
- CERUZZI, Paul E., 1998: *A History of Modern Computing*. Cambridge, MA/ London: The MIT Press.
- CHANDLER, Alfred D., 2001: *Inventing the Electronic Century. The Epic Story of the Consumer Electronics and Computer Industries*. New York/ London: The Free Press.
- CHANDLER, Alfred D., Jr., 1977: *The Visible Hand. The Managerial Revolution in American Business*. Cambridge: Belknap Press.
- CORIAT, Benjamin & Olivier WEINSTEIN, 2002: „Organizations, firms and institutions in the generation of innovation“. In: *Research Policy* 31, 273-290.
- CROUCH, Colin, 2003: Institutions within which real actors innovate. In: Renate Mayntz & Wolfgang Streeck (Hrsg.), *Die Reformierbarkeit der Demokratie. Innovationen und Blockaden*. Frankfurt a.M.: Campus, 71-98.
- CSTB (Computer Science and Telecommunications Board, National Research Council), Committee on Innovations in Computing and Communications: *Lessons from History, 1999: Funding a Revolution. Government Support for Computing Research*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- DIMAGGIO, Paul J. & Walter W. POWELL, 1991: The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields. In: Walter W. POWELL & Paul J. DIMAGGIO (Hrsg.), *The New Institutionalism in Organizational Analysis*. Chicago: The University of Chicago Press, 63-82.
- DISCO, Cornelis & Barend VAN DER MEULEN, 1998: Introduction. In: Cornelis DISCO & Barend VAN DER MEULEN (Hrsg.), *Getting New Technologies Together. Studies in Making Sociotechnical Order*. Berlin/ New York: Walter de Gruyter, 1-13.
- DODGSON, Mark & Roy ROTHWELL (Hrsg.), 1994: *The Handbook of Industrial Innovation*. Aldershot/ Brookfield: Edward Elgar.
- DOLATA, Ulrich, 2003: *Unternehmen Technik. Akteure, Interaktionsmuster und strukturelle Kontexte der Technikentwicklung: ein Theorierahmen*. Berlin: Edition Sigma.
- DOSI, Giovanni, 1982: Technological Paradigms and Technological Trajectories. In: *Research Policy* 11, 147-162.
- DOSI, Giovanni, 1984: *Technical Change and Industrial Transformation*. London: Macmillan.
- DOSI, Giovanni, 1988: Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation. In: *Journal of Economic Literature* 26, 1120-1171.
- DOSI, Giovanni, 1999: Some Notes on National Systems of Innovation and Production, and their Implications for Economic Analysis. In: Daniele ARCHIBUGI & Jeremy HOWELLS & Jonathan

MITCHIE (Hrsg.), *Innovation Policy in a Global Economy*. Cambridge: Cambridge University Press, 35-48.

EBBINGHAUS, Bernhard & Philip MANOW, 2001: Introduction: Studying Varieties of Welfare Capitalism. In: Bernhard EBBINGHAUS & Philip MANOW (Hrsg.), *Comparing Welfare Capitalism. Social Policy and Political Economy in Europe, Japan and the USA*. London/ New York: Routledge, 1-24.

EDQUIST, Charles, 1997: Systems of Innovation Approaches. Their Emergence and Characteristics. In: Charles EDQUIST (Hrsg.) *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations*. London/ Washington: Pinter, 1-35.

EDQUIST, Charles & Björn JOHNSON, 1997: Institutions and Organizations in Systems of Innovation. In: Charles EDQUIST (Hrsg.) *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations*. London/ Washington: Pinter, 41-63.

EDQUIST, Charles & Bengt-Åke LUNDVALL, 1993: Comparing the Danish and the Swedish Systems of Innovations. In: Richard R. Nelson (Hrsg.) *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press, 165-298.

ETZKOWITZ, Henry & Loet LEYDESDORFF, 1998: The Endless Transition: A "Triple Helix" of University-Industry-Government Relations. In: *Minerva* 36, 203-208.

FARRELL, Joseph & Garth SALONER, 1988: Coordination through Committees and Markets. In: *Rand Journal of Economics* 19, 235-252.

FREEMAN, Christopher, 1987: *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. London: Pinter.

FREEMAN, Christopher, 1988: Japan: A New National System of Innovation? In: Giovanni DOSI et al. (Hrsg.), *Technical Change and Economic Theory*. London/ New York: Pinter, 330-348.

FREEMAN, Christopher, 1991: Networks of Innovators: A Synthesis of Research Issues. In: *Research Policy* 20, 499-514.

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/ New York: Pinter, 38-66.

FUCHS, Gerhard (Hrsg.), 2003: *Biotechnology in comparative perspective*. London: Routledge.

GENSCHEL, Philipp, 1995: *Standards in der Informationstechnik. Institutioneller Wandel in der internationalen Standardisierung*. Frankfurt a.M.: Campus.

GENSCHEL, Philipp & Raymund WERLE, 1993: From National Hierarchies to International Standardization: Historical and Modal Changes in the Governance of Telecommunications. In: *Journal of Public Policy* 13, 203-225.

GIBBONS, Michael et al., 1994: *The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*. London: SAGE Publications.

GIESECKE, Susanne, 2001a: *Von der Forschung zum Markt. Innovationsstrategien und Forschungspolitik in der Biotechnologie*. Berlin: Edition Sigma.

GIESECKE, Susanne, 2001b: Wandel in der deutschen Biotechnologie-Politik: Ist der Staat lernfähig? In: ABELE, Johannes & Gerhard BARKLEIT & Thomas HÄNSEROTH (Hrsg.), *Innovationskulturen und Fortschrittserwartungen im geteilten Deutschland*. Köln/ Weimar/ Wien: Böhlau, 165-192.

- 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.
- GUERRIERI, Paolo, 1999: Patterns of National Specialisation in the Global Competitive Environment. In: Daniele ARCHIBUGI & Jeremy HOWELLS & Jonathan MITCHIE (Hrsg.), Innovation Policy in a Global Economy. Cambridge: Cambridge University Press, 139-159.
- HALFMANN, Jost, 1984: Die Entstehung der Mikroelektronik. Zur Produktion des technischen Fortschritts. Frankfurt a.M.: Campus.
- HALL, Peter A., 1999: The Political Economy of Europe in an Era of Interdependence. In: Herbert KITSCHOLT et al. (Hrsg.), Continuity and Change in Contemporary Capitalism. Cambridge: Cambridge University Press, 135-163.
- HALL, Peter A. & David SOSKICE, 2001: An Introduction to Varieties of Capitalism. In: Peter A. HALL & David SOSKICE (Hrsg.), Varieties of Capitalism. The Institutional Foundations of Comparative Advantage. Oxford: Oxford University Press, 1-70.
- HART, Jeffrey A., 1992: Rival Capitalists. International Competitiveness in the United States, Japan and Western Europe. Ithaca/ London: Cornell University Press.
- HÄUSLER, Jürgen & Hans-Willy HOHN & Susanne LÜTZ, 1994: Contingencies of Innovative Networks: A Case Study of Successful Interfirm R & D Collaboration. In: Research Policy 23, 47-66.
- 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.
- HIRSH, Richard F., 1989: Technology and Transformation in the American Electric Utility Industry. Cambridge: Cambridge University Press.
- HOLLINGSWORTH, J. Rogers, 1997: Continuities and Changes in Social Systems of Production. The Cases of Japan, Germany and the United States. In: J. Rogers HOLLINGSWORTH & Robert BOYER (Hrsg.), Contemporary Capitalism. The Embeddedness of Institutions. Cambridge: Cambridge University Press, 265-310.
- HOLLINGSWORTH, J. Rogers, 2000: Doing Institutional Analysis: Implications for the Study of Innovations. In: Review of International Political Economy 7, 595-644.
- HOLLINGSWORTH, J. Rogers & Robert BOYER, 1997: Coordination of Economic Actors and Social Systems of Production. In: J. Rogers HOLLINGSWORTH & Robert BOYER (Hrsg.), Contemporary Capitalism. The Embeddedness of Institutions. Cambridge: Cambridge University Press, 1-47.
- HOLLINGSWORTH, J. Rogers & Philippe C. SCHMITTER & Wolfgang STREECK (Hrsg.), 1994: Governing Capitalist Economies. New York: Oxford University Press.
- HOLLINGSWORTH, J. Rogers & Wolfgang STREECK, 1994: Countries and Sectors. Concluding Remarks on Performance, Convergence and Competitiveness. In: J. Rogers HOLLINGSWORTH & Philippe C. SCHMITTER & Wolfgang STREECK (Hrsg.), Governing Capitalist Economies. New York: Oxford University Press, 270-300.
- HUGHES, Thomas P., 1982: Conservative and Radical Technologies. In: Sven B. LUNDSTEDT & E. William COLGLAZIER (Hrsg.), Managing Innovation. New York: Pergamon Press, 31-44.

- Hughes, Thomas P., 1983: *Networks of Power. Electrification in Western Society 1880-1930*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- HUGHES, Thomas P., 1987: The Evolution of Large Technological Systems. In: Wiebe E. BIJKE & 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.
- Jackson, Gregory, 2002: *Varieties of Capitalism: A Review*, Manuskript. Köln: MPIfG.
- JANSEN, Dorothea, 1991: Policy Networks and Change: The Case of High-Tc Superconductors. In: MARIN, Bernd & Renate MAYNTZ (Hrsg.), *Policy Networks. Empirical Evidence and Theoretical Considerations*. Frankfurt a.M. / Boulder, Colorado: Campus/ Westview, 137-174.
- JOERGES, Bernward, 1988: Large Technical Systems: Concepts and Issues. In: Renate MAYNTZ & Thomas P. HUGHES (Hrsg.), *The Development of Large Technical Systems*. Frankfurt a.M.: Campus, 9-36.
- JOERGES, Bernward, 1999: High Variability Discourse in the History and Sociology of Large Technical Systems. In: Olivier COUTARD (Hrsg.) *The Governance of Large Technical Systems*. London/ New York: Routledge, 258-290.
- JÜRGENS, Ulrich & Katrin NAUMANN & Joachim RUPP, 2000: Shareholder Value in an Adverse Environment: The German Case. In: *Economy and Society* 29, 54-79.
- KENNEY, Martin, 2000: *Understanding Silicon Valley. The Anatomy of an Entrepreneurial Region*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- KITSCHALT, Herbert, 1991: Industrial Governance Structures. Innovation Strategies and the Case of Japan: Sectoral or Cross-National Comparative Analysis? In: *International Organization* 45, 453-493.
- KITTEL, Bernhard, 2003: Perspektiven und Potenziale der vergleichenden Politischen Ökonomie. In: Herbert OBINGER & Uwe WAGSCHAL & Bernhard KITTEL (Hrsg.), *Politische Ökonomie. Demokratie und wirtschaftliche Leistungsfähigkeit*. Opladen: Leske + Budrich, 385-414.
- KLEIN, Hans K. & Daniel Lee KLEINMAN, 2002: The Social Construction of Technology: Structural Considerations. In: *Science, Technology and Human Values* 27, 28-52.
- KOWOL, Uli & Wolfgang KROHN, 1995: Innovationsnetzwerke. Ein Modell der Technikgenese. In: Jost Halfmann & Gotthard BECHMANN & Werner RAMMERT (Hrsg.), *Technik und Gesellschaft. Jahrbuch 8: Theoriebausteine der Techniksoziologie*. Frankfurt a.M./ New York: Campus, 77-105.
- KRÜCKEN, Georg & Frank MEIER, 2003: „Wir sind alle überzeugte Netzwerktäter“ – Netzwerke als Formalstruktur und Mythos der Innovationsgesellschaft. In: *Soziale Welt* 54, 71-92.
- LANGLOIS, Richard N. & Paul L. ROBERTSON, 1995: *Firms, Markets and Economic Change, A Dynamic Theorie of Business Institutions*. London/ New York: Routledge.
- LATOUR, Bruno, 1987: *Science in Action. How to Follow Scientists and Engineers through Society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- LEIB, Volker & Raymund WERLE, 1997: Wissenschaftsnetze in Europa und den USA. Die Rolle staatlicher Akteure bei ihrer Bereitstellung. In: Raymund WERLE & Christa LANG (Hrsg.), *Modell Internet? Entwicklungsperspektiven neuer Kommunikationsnetze*. Frankfurt a.M.: Campus, 157-185.
- LEIB, Volker & Raymund WERLE, 1998: Computernetze als Infrastrukturen und Kommunikationsmedien der Wissenschaft. In: *Rundfunk und Fernsehen* 46, 254-273.
- LEYDESDORFF, Loet & Henry ETZKOWITZ, 1998: The Triple Helix as a Model for Innovation Studies. In: *Science and Public Policy* 25, 195-203.

- LUNDVALL, Bengt-Åke, 1988: Innovation as an Interactive Process: From User-Producer Interaction to the National System of Innovation. In: Giovanni DOSI et al. (Hrsg.), *Technical Change and Economic Theory*. London/ New York: Pinter, 349-369.
- LUNDVALL, Bengt-Åke, 1992: User-Producer Relationships, National Systems of Innovation and Internationalisation. In: Bengt-Åke LUNDVALL (Hrsg.), *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Pinter, 45-67.
- LUNDVALL, Bengt-Åke & Susana BORRÁS, 1999: *The Globalising Learning Economy. Implications for Innovation Policy*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- LUNDVALL, Bengt-Åke et al., 2002: „National systems of production, innovation and competence building“. In: *Research Policy* 31, 213-231.
- 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.
- LÜTZ, Susanne, 2003: *Governance in der politischen Ökonomie*, MPIfG Discussion Paper 3/2003. Köln: Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung.
- MAYNTZ, Renate, 1993: Große technische Systeme und ihre gesellschaftstheoretische Bedeutung. In: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 45, 97-108.
- MAYNTZ, Renate, 2001: Triebkräfte der Technikentwicklung und die Rolle des Staates. In: *Politische Vierteljahresschrift Sonderheft 31/2000: Politik und Technik. Analysen zum Verhältnis von technologischem, politischem und staatlichem Wandel am Anfang des 21. Jahrhunderts*, 3-18.
- MAYNTZ, Renate & Thomas P. HUGHES (Hrsg.), 1988: *The Development of Large Technological Systems*. Frankfurt a.M.: Campus.
- McKelvey, Maureen, 1991: How do National Systems of Innovation Differ? A Critical Analysis of Porter, Freeman, Lundvall and Nelson. In: Geoffrey M. HODGSON & Ernesto SCREPANTI (Hrsg.), *Rethinking Economics*. Aldershot: Edward Elgar, 117-137.
- MOWERY, David C., 1994: *Science and Technology Policy in Interdependent Economies*. Boston: Kluwer.
- MOWERY, David C. & Richard R. NELSON (Hrsg.), 1999: *Sources of Industrial Leadership. Studies of Seven Industries*. Cambridge: Cambridge University Press.
- MOWERY, David C. & Nathan ROSENBERG, 1993: The U.S. National Innovation System. In: Richard R. NELSON (Hrsg.) *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press, 29-75.
- MOWERY, David C. & Timothy SIMCOE, 2002: The Internet. In: Benn STEIL & David G. VICTOR & Richard R. NELSON (Hrsg.), *Technological Innovation and Economic Performance*. Princeton: Princeton University Press, 229-264.
- NELSON, Richard R., 1987: *Understanding Technical Change as an Evolutionary Process*. Amsterdam: Elsevier.
- NELSON, Richard R., 1988: Institutions Supporting Technical Change in the United States. In: Giovanni DOSI et al. (Hrsg.), *Technical Change and Economic Theory*. London/ New York: Pinter, 312-329.
- NELSON, Richard R., 1993: A Retrospective. In: Richard R. NELSON (Hrsg.), *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*. New York/ Oxford: Oxford University Press, 505-524.

- NELSON, Richard R., 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
- NELSON, Richard R. & Nathan ROSENBERG, 1993: Technical Innovation and National Systems. In: Richard R. NELSON (Hrsg.), *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*. New York/ Oxford: Oxford University Press, 3-21.
- NELSON, Richard R. & Sidney G. WINTER, 1977: In Search of Useful Theory of Innovation. In: *Research Policy* 6, 36-76.
- NELSON, Richard R. & Sidney G. WINTER, 1982: *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge MA: Belknap Press.
- NORBERG, Arthur L. & Judy E. O'NEILL, 1996: *Transforming Computer Technology. Information Processing for the Pentagon, 1962-1986*. Baltimore/ London: The Johns Hopkins University Press.
- PAVITT, Keith & Parimal PATEL, 1999: Global Corporations and National Systems of Innovations: Who dominates Whom? In: Daniele ARCHIBUGI & Jeremy HOWELLS & Jonathan MITCHIE (Hrsg.), *Innovation Policy in a Global Economy*. Cambridge: Cambridge University Press, 94-119.
- PERROW, Charles, 1984: *Normal Accidents, Living with High-Risk Technologies*. New York: Basic Books.
- PIORE, Michael J. & Charles F. SABEL, 1984: *The Second Industrial Divide*. New York: Basic Books.
- PISANO, Gary P., 2002: Pharmaceutical Biotechnology. In: Benn STEIL & David G. VICTOR & Richard R. NELSON (Hrsg.), *Technological Innovation and Economic Performance*. Princeton: Princeton University Press, 347-366.
- PORTER, Michael E., 1990: *The Competitive Advantage of Nations*. New York: The Free Press.
- POWELL, Walter W., 1990: Neither Market nor Hierarchy: Network Forms of Organization. In: *Research in Organizational Behavior* 12, 295-336.
- RADKAU, Joachim, 1983: *Aufstieg und Krise der deutschen Atomwirtschaft 1945-1975. Verdrängte Alternativen in der Kerntechnik und der Ursprung der nuklearen Kontroverse*. Hamburg: Rowohlt.
- RAMMERT, Werner, 1995: Regeln der technikgenetischen Methode. Die soziale Konstruktion der Technik und ihre evolutionäre Dynamik. In: Jost HALFMANN & Gotthard BECHMANN & Werner RAMMERT (Hrsg.), *Technik und Gesellschaft. Jahrbuch 8: Theoriebausteine der Techniksoziologie*. Frankfurt a.M.: Campus, 13-30.
- RAMMERT, Werner, 1997: Innovation im Netz. Neue Zeiten für technische Innovationen: heterogen verteilt und interaktiv vernetzt. In: *Soziale Welt* 48, 397-415.
- RICCABONI, Massimo et al., 2003: Public research and industrial innovation: a comparison of US and European innovation systems in the life sciences. In: Aldo GEUNA & Ammon J. SALTER & W. Edward STEINMUELLER (Hrsg.), *Science and innovation. Rethinking the rationales for funding and governance*. Cheltenham: Edward Elgar, 169-201.
- ROSENBERG, Nathan, 1985: *Inside the Black Box. Technology and Economics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- ROSENBERG, Nathan & Richard R. NELSON, 1994: American Universities and Technical Advance in Industry. In: *Research Policy* 23, 323-348.
- ROSENKOPF, Lori & Michael L. TUSHMAN, 1994: The Coevolution of Technology and Organization. In: Joel A.C. BAUM & Jitendra V. SINGH (Hrsg.), *Evolutionary Dynamics of Organizations*. New York: Oxford University Press, 403-424.

- SALSBURY, Stephen M., 1994: The Australian Electric Power Industry and the Politics of Radical Reconfiguration. In: Jane SUMMERTON (Hrsg.), *Changing Large Technical Systems*. Boulder, CO/ Oxford: Westview Press, 141-162.
- SAXENIAN, AnnaLee, 1994: Regional advantage. Culture and competition in Silicon Valley and Route 128. Cambridge: Cambridge University Press.
- SCHARPF, Fritz W., 1997: *Games Real Actors Play. Actor-Centered Institutionalism in Policy Research*. Boulder, CO/ Oxford: Westview Press.
- SCHMIDT, Susanne K. & Raymund WERLE, 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.
- SCHMIDT, Susanne K. & Raymund WERLE, 1998: *Coordinating Technology. Studies in the International Standardization of Telecommunications*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- SCHNEIDER, Volker, 1991: The Governance of Large Technical Systems: The Case of Telecommunications. In: Todd R. LA PORTE (Hrsg.), *Social Responses to Large Technical Systems. Control or Anticipation*. Dordrecht: Kluwer, 19-41.
- SCHNEIDER, Volker, 2001: *Die Transformation der Telekommunikation, Vom Staatsmonopol zum globalen Markt (1800-2000)*. Frankfurt a.M.: Campus.
- 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 & Gotthard BECHMANN & Werner RAMMERT (Hrsg.), *Technik und Gesellschaft. Jahrbuch 8: Theoriebausteine der Techniksoziologie*. Frankfurt a.M.: Campus, 107-130.
- SCHNEIDER, Volker & Raymund WERLE, 1998: Co-Evolution and Development Constraints. The Development of Large Technical Systems in Evolutionary Perspective. In: Clara Eugenia GARCÍA & Luis SANZ-MENDÉNDEZ (Hrsg.), *Management and Technology. European Commission COST A3, Vol. 5*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Community, 12-29.
- SCHULZ-SCHAEFFER, Ingo, 2000: *Sozialtheorie der Technik*. Frankfurt a.M.: Campus.
- SIMONIS, Georg & Renate MARTINSEN & Thomas SARETZKI (Hrsg.), 2001: *Politik und Technik. Analysen zum Verhältnis von technologischem, politischem und staatlichem Wandel am Anfang des 21. Jahrhunderts. Politische Vierteljahresschrift Sonderheft 31/2000*. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag.
- SORGE, Arndt & STREECK, Wolfgang (1988) *Industrial Relations and Technical Change*. In: HYMAN, Richard & STREECK, Wolfgang (Hrsg.), *New Technology and Industrial Relations*. Oxford: Blackwell, 19-47.
- SOSKICE, David (1994) *Innovation Strategies of Companies: A Comparative Institutional Approach of Some Cross-Country Differences*. In: ZAPF, Wolfgang & DIERKES, Meinolf (Hrsg.), *Institutionenvergleich und Institutionendynamik. WZB-Jahrbuch 1994*. Berlin: edition sigma, 271-289.
- SOSKICE, David (1999) *Divergent Production Regimes: Coordinated and Uncoordinated Market Economies in the 1980s and 1990s*. In: KITSCHOLT, Herbert et al. (Hrsg.), *Continuity and Change in Contemporary Capitalism*. Cambridge: Cambridge University Press, 101-134.
- SOSKICE, David (2000) *Technology Policies and Institutional Frameworks: Contrasting Germany with the U.K.* In: NEVEN, Damien J. & RÖLLER, Lars-Hendrik (Hrsg.), *The Political Economy of Industrial Policy in Europe and the Member States*. Berlin: Edition Sigma, 69-97.

- STEIL, Benn & VICTOR, David G. & NELSON, Richard R. (Hrsg.) (2002) *Technological Innovation and Economic Performance*. Princeton: Princeton University Press.
- STEIL, Benn & VICTOR, David G. & NELSON, Richard R. (2002) Introduction and Overview. In: Benn STEIL & David G. VICTOR & Richard R. NELSON (Hrsg.), *Technological Innovation and Economic Performance*. Princeton: Princeton University Press, 3-22.
- STREECK, Wolfgang (1991) On the Institutional Conditions of Diversified Quality Production. In: MATZNER, Egon & STREECK, Wolfgang (Hrsg.), *Beyond Keynesianism. The Socio-Economics of Production and Full Employment*. Aldershot: Edward Elgar, 21-61.
- THOMAS, Frank, 1995: *Telefonieren in Deutschland. Organisatorische, technische und räumliche Entwicklung eines großtechnischen Systems*. Frankfurt a.M.: Campus.
- TUSHMAN, Michael L. & ROSENKOPF, Lori (1992) Organizational Determinants of Technological Change: Toward a Sociology of Technological Evolution. In: *Research in Organizational Behavior* 14, 311-347.
- WERLE, Raymund (1990) *Telekommunikation in der Bundesrepublik: Expansion, Differenzierung, Transformation*. Frankfurt a.M.: Campus.
- WERLE, Raymund (1998) An Institutional Approach to Technology. In: *Science Studies* 11, 3-18.
- WERLE, Raymund (2001a) Institutional Aspects of Standardization. Jurisdictional Conflicts and the Choice of Standardization Organizations. In: *Journal of European Public Policy* 8, 392-410.
- WERLE, Raymund (2001b) Liberalisierung und politische Techniksteuerung. In: *Politische Vierteljahresschrift Sonderheft 31/2000: Politik und Technik. Analysen zum Verhältnis von technologischem, politischem und staatlichem Wandel am Anfang des 21. Jahrhunderts*, 407-424.
- WERLE, Raymund (2002) Internet @ Europe: overcoming institutional fragmentation and policy failure. In: JORDANA, Jacint (Hrsg.), *Governing Telecommunications and the New Information Society in Europe*. Cheltenham/ Northampton: Edward Elgar, 137-158.
- WEYER, Johannes (2004) Von Innovations-Netzwerken zu hybriden sozio-technischen Systemen. Neue Perspektiven der Techniksoziologie. In: BLUMA, Lars & PICHOL, Karl & WEBER, Wolfhard (Hrsg.), *Technikvermittlung und Technikpopularisierung. Historische und didaktische Perspektiven*. Münster: Waxmann, 9-31.
- WEYER, Johannes & KIRCHNER, Ulrich & RIEDL, Lars & SCHMIDT, Johannes F.K. (1997) *Technik, die Gesellschaft schafft - Soziale Netzwerke als Ort der Technikgenese*. Berlin: Edition Sigma.
- WHITLEY, Richard (1992) *Societies, Firms and Markets: The Social Structuring of Business Systems*. In: WHITLEY, Richard (Hrsg.) *European Business Systems. Firms and Markets in their National Contexts*. London/ Newbury Park/ New Delhi: SAGE, 5-45.
- WHITLEY, Richard (1999) *Divergent Capitalisms. The Social Structuring and Change of Business Systems*. New York: Oxford University Press.
- WHITLEY, Richard (2000) The Institutional Structuring of Innovation Strategies. Business Systems, Firm Types and Patterns of Technical Change in Different Market Economies. In: *Organization Studies* 21, 855-886.
- WHITLEY, Richard (2002) Multiple Market Economies: The Role of Institutions in Structuring Business Systems. In: SACHSENMAIER, Dominic & RIEDEL, Jens & EISENSTADT, N. Shmuel (Hrsg.), *Reflections on Multiple Modernities. European, Chinese and Other Interpretations*. Leiden/ Boston/ Köln: Brill, 217 - 240.
- WIESENTHAL, Helmut (2000) Markt, Organisation und Gemeinschaft als „zweitbeste“ Verfahren sozialer Koordination. In: WERLE, Raymund & SCHIMANK, Uwe (Hrsg.), *Gesellschaftliche Komplexität und kollektive Handlungsfähigkeit*. Frankfurt a.M.: Campus, 44-73.

Raymund Werle

Institutionalistische Technikanalyse
Análisis institucionalista de la tecnología

WILLIAMSON, Oliver E. (1985) The Economic Institutions of Capitalism. Firms, Markets, Relational Contracting. New York: The Free Press.



Dia-e-logos war ursprünglich als mehrsprachiges Portal mit einer Zeitschrift für Sozialwissenschaften mit deutschen, englische und spanischen Artikeln und einem Dokumentationszentrum konzipiert. Diese Idee konnte sich leider nicht durchsetzen. Daher haben wir uns entschieden, die mehrsprachige Zeitschrift als auch das Dokumentationszentrum einzustellen und über das Portal dia-e-logos nur noch elektronische Bücher anzubieten, die zum großen Teil Ergebnisse europäischer Projekte sind. Damit die Artikel der sechs Ausgaben der Zeitschrift nicht verloren gehen, haben wir uns dazu entschlossen, sie sowohl einzeln als auch gesammelt in den folgenden Volumen zu veröffentlichen:

Dia-e-logos was conceived as a multilingual portal with a journal with articles in English, German and Spanish and a documentation centre. This idea was not sustainable. For this reason we decided to close the journal and the documentation centre maintaining only the part of the distribution of electronic book on social science issues. In its majority, the books are results of European projects. With the intention to preserve the articles published in the journal, we have decide to publish them separately and also jointly in the following volumes as:

Dia-e-logos fue concebido como portal multilingüe con una revista y un centro de documentación. Sin embargo, esta idea se mostró insostenible en el tiempo. Por esta razón, se tomó la decisión de cerrar la revista y el centro de documentación del portal dejando abierto solo el apartado para la distribución de libros electrónicos. Estos libros son, en su gran mayoría, fruto de proyectos europeos. Para que los artículos publicados en los seis números de la revista no se pierdan, se ha tomado la decisión de re-publicarlos por separado y conjuntamente en los siguientes volúmenes:

- | | |
|-----------------|--|
| Vol. I. Nº 1 | Sprache in den Sozialwissenschaften
Language in Social Sciences
El lenguaje en ciencias sociales |
| Vol. II; Nº 1 | Technologie und Gesellschaft – Gesellschaft und Technologie
Tecnología y Sociedad - Sociedad y Tecnología |
| Vol. III; Nº 1 | Globalised Knowledge Society, New Social Risks and Higher Education |
| Vol. III; Nº 2 | Higher Education in European social models |
| Vol. III; Nº 3 | From education to learning: the case of higher education |
| Vol. III; Nº 4: | The function of Higher Education in the European knowledge society. |