



Universidad de Barcelona
Vol. II, N° 1, 1 de octubre de 2006

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

Primera Publicación

Werle, Raymund

Institutionalistische Technikanalyse. Stand und Perspektiven.

Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung. MPIfG.

Discussion Paper 03/8. Köln. 2003.

[ISSN 0944-2073].

Resumen: En diferentes sub-disciplinas de las ciencias sociales se encuentran enfoques institucionalistas que analizan la emergencia, el desarrollo y la difusión de las tecnologías, sin que eso sea necesariamente el punto central de estos estudios. Las aportaciones más importantes provienen del ámbito de los estudios sobre los sistemas nacionales de innovación, de las investigaciones sobre las variantes del capitalismo y de los estudios sociológicos de la tecnología. Estas serán discutidas en este artículo desde el punto de vista de la sociología de la tecnología. Los estudios utilizan muy a menudo una distinción simple entre tipos de tecnología o de innovaciones tecnológicas (por ejemplo radical/ incremental). Muchos sugieren implícita o explícitamente modelos de fases del desarrollo tecnológico. Excepto los estudios socio-históricos, se renuncia, en general, a una descripción detallada de las tecnologías en cuestión. Esta estrategia del “*black-boxing*” podría facilitar la detección y la descripción de las relaciones generalizables entre constelaciones institucionales y desarrollo tecnológico. Sin embargo, pocas veces se ha conseguido mostrar estas relaciones porque existe -sobre todo en las teorías de la innovación, parcialmente en los estudios sociológicos de la tecnología y también, pero en menor grado, en los estudios sobre las variaciones del capitalismo – un déficit respecto a la conceptualización teórica de los *arrangements* institucionales y sus cambios, pero también porque pocas veces se toman en consideración las repercusiones de los cambios tecnológicos en las instituciones.

Palabras claves: estudios sociológicos de tecnología; institucionalismo, variantes del capitalismo, sistemas nacionales de innovación, sociología de la tecnología.

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

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

² En Alemania ha sido Burkhard Lutz, quien declaró en el “*Soziologentag* 1986” en Hamburgo el fin del determinismo tecnológico. (Lutz 1987).

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 este 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 cuales 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 la 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 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.

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 miniaturación (o densidad), creciente velocidad de los procesadores (frecuencia), creciente viabilidad y decrecientes costes por unidad (Dosi 1984).

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.

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).

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.

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.

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

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.

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).

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 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).

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

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

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 determinadas áreas de producción con estrategias empresariales y procesos de producción complementarios y relacionados entre sí 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 sí 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

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).

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 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

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.

industry's or nation's capacity to generate and apply innovations" (Steil & 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 teniendo 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 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

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 and intellectual property as a principal output" (Steil & Victor & Nelson 2002:19).

¹⁴ En comparación a los anteriores, los nuevos estudios subrayan, sin embargo, más 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).

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>].

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. “*Instituciones*” (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)
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

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).

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 maquinas 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 está 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 regimenes “*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 regimenes 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 regimenes 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 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

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

¹⁹ También Hart (1992) integra algunos de estos elementos en su análisis comparativo de la 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.

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, 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.

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.

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 alocaación 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).

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 producción diversificada de productos de calidad, se diseña la organización productiva de tal forma que se utiliza máquinas 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 generan, 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 unos pocos estudios de VoC establecen una relación unívoca 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

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).

(*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 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 alemanes 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 alemanes 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 relacionadas con una innovación²⁷. Especialmente con la vista puesta en las

²⁶ Que los tecnologías de plataformas realmente ha tenido en la biotecnología un carácter cumulativa 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 cumulativas.

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).

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 si 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 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

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).

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 Perrow entre sistemas estrechamente y ligeramente acoplados, por un lado, y la de entre relaciones procesales lineares (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 maquinas de procesos lineales ligeramente acopladas (p.ej. las maquinas de textil) cuya estructura causal se dominaba de modo seguro y que tenían una 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 estructural 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 (**abanico**) 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 una 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 sistémicamente 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

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).

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, 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

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).

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 un 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 Salisbury 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 disincronismos 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 principios 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 entretejimiento 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-oligopolíticos 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; y las jerarquías, sobre todo en cuanto a flexibilidad (Kowol & Krohn 1995; véase también Rammert 1997).

* 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 la promoción y regulación política de la innovación (véase por ejemplo Abels 2000; y también Jansen 1991).

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 participen 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 energética” 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 sí. 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

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*”

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 autoorganización 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 un 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 sí 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 la 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

³³ Otras condiciones institucionales producirían otros estándares. También mínimas diferencias institucionales podrían producir diferencias en caso singulares. Los estándares de los comités suelen

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: Cáp. 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: Cáp. 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 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 tecnosociológico 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

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).

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 débiles 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.

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 linear 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 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

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).

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 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 tecnológica. 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. Como 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 la resolución 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 esta 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, está 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

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).

tecnología, pero también del entorno organizativo e institucional inducido por la tecnología. (Rosenkopf & Tushman 1994: 404).

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).

6. Literatur

ABELS, Gabriele (2000). *Strategische Forschung in den Biowissenschaften. Der Politikprozeß zum europäischen Humangenomprogramm*. Berlin: Edition Sigma.

ARCHIBUGI, Daniele & PIANTA, Mario (1992). *The Technological Specialization of Advanced Countries*. Dordrecht & Boston & London: Kluwer Academic Publishers.

ARCHIBUGI, Daniele & PIANTA, Mario (1993). Patterns of Technological Specialisation and Growth of Innovative Activities in Advanced Countries. In: HUGHES, Kirsty S. (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: BARBEN, Daniel & ABELS, Gabriele (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. In *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: STREECK, Wolfgang & HÖPNER, Martin (Hrsg.). *Alle Macht dem Markt? Fallstudien zur Abwicklung der Deutschland AG*. W. Frankfurt a.M.: Campus. (118-146).

BRACZYK, Hans-Joachim & FUCHS, Gerhard & WOLF, Hans-Georg (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 & MALERBA, Franco (1997). Sectoral Innovation Systems: Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics, and Spatial Boundaries. In: EDQUIST, Charles (Hrsg.). *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations*. London/ Washington: Pinter. (130-156).

BURNS, Tom R. & BAUMGARTNER, Thomas (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. & DIETZ, Thomas (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 & GLIMSTEDT, Henrik (2001) Economic Organization, Innovation Systems and the Internet. In: *Oxford Review of Economic Policy* 17. (265-281).

CASPER, Steven & LEHRER, Mark & SOSKICE, David (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 & WEINSTEIN, Olivier (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: MAYNTZ, Renate & STREECK, Wolfgang (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. & POWELL, Walter W. (1991). The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields. In: POWELL, Walter W. & DIMAGGIO, Paul J. (Hrsg.). *The New Institutionalism in Organizational Analysis*. Chicago: The University of Chicago Press. (63-82).

DISCO, Cornelis & VAN DER MEULEN, Barend (1998). Introduction. In: DISCO, Cornelis & VAN DER MEULEN, Barend (Hrsg.), *Getting New Technologies Together. Studies in Making Sociotechnical Order*. Berlin/ New York: Walter de Gruyter. (1-13).

DODGSON, Mark & ROTHWELL, Roy (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: ARCHIBUGI, Daniele & HOWELLS, Jeremy & MITCHIE, Jonathan (Hrsg.), *Innovation Policy in a Global Economy*. Cambridge: Cambridge University Press. (35-48).

EBBINGHAUS, Bernhard & MANOW, Philip (2001). Introduction: Studying Varieties of Welfare Capitalism. In: EBBINGHAUS, Bernhard & MANOW, Philip (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 & JOHNSON, Björn (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 & LUNDEVALL, Bengt-Åke (1993). Comparing the Danish and the Swedish Systems of Innovations. In: NELSON, Richard R. (Hrsg.) *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press. (165-298).

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

FARRELL, Joseph & SALONER, Garth (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 & LOUÇÃ, Francisco (2002). *As Time Goes By. From the Industrial Revolutions to the Information Revolution*. Oxford: Oxford University Press.
- FREEMAN, Christopher & PEREZ, Carlota (1988). Structural Crises of Adjustment, Business Cycles and Investment Behaviour. In: DOSI, Giovanni 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 & WERLE, Raymund (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 & BARKLEIT, Gerhard & HÄNSEROTH, Thomas (Hrsg.), *Innovationskulturen und Fortschrittserwartungen im geteilten Deutschland*. Köln/ Weimar/ Wien: Böhlau. (165-192).
- GRANDE, Edgar & SCHNEIDER, Volker (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: ARCHIBUGI, Daniele & HOWELLS, Jeremy & MITCHIE, Jonathan (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. & SOSKICE, David (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 & HOHN, Hans-Willy & LÜTZ, Susanne. (1994). Contingencies of Innovative Networks: A Case Study of Successful Interfirm R & D Collaboration. In: *Research Policy* 23. (47-66).
- HENDERSON, Rebecca M. & CLARK, Kim B. (1990). Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms. In: *Administrative Science Quarterly* 35. (9-30).

HENDERSON, Rebecca & ORSENIGO, Luigi & PISANO, Gary P. (1999). The Pharmaceutical Industry and the Revolution in Molecular Biology. Interactions among Scientific, Institutional and Organizational Change. In: MOWERY, David C. & NELSON, Richard R. (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: HOLLINGSWORTH, J. Rogers & BOYER, Robert (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 & BOYER, Robert (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 & SCHMITTER, & Wolfgang STREECK (Hrsg.), (1994). *Governing Capitalist Economies*. New York: Oxford University Press.

HOLLINGSWORTH, J. Rogers & STREECK, Wolfgang (1994). Countries and Sectors. Concluding Remarks on Performance, Convergence and Competitiveness. In: HOLLINGSWORTH, J. Rogers & SCHMITTER, Philippe C. & STREECK, Wolfgang (Hrsg.), *Governing Capitalist Economies*. New York: Oxford University Press. (270-300).

HUGHES, Thomas P. (1982). Conservative and Radical Technologies. In: LUNDSTEDT, Sven B. & COLGLAZIER, E. William (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: BIJKER, Wiebe E. & HUGHES, Thomas P. & PINCH, Trevor J. (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-T_c Superconductors. In: MARIN, Bernd & MAYNTZ, Renate (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: MAYNTZ, Renate & HUGHES, Thomas P. (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: COUTARD, Olivier (Hrsg.) *The Governance of Large Technical Systems*. London/ New York: Routledge. (258-290).

- JÜRGENS, Ulrich & NAUMANN, Katrin & RUPP, Joachim (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.
- KITSCHOLT, 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: OBINGER, Herbert & WAGSCHAL, Uwe & KITTEL, Bernhard (Hrsg.). *Politische Ökonomie. Demokratie und wirtschaftliche Leistungsfähigkeit*. Opladen: Leske + Budrich. (385-414).
- KLEIN, Hans K. & KLEINMAN, Daniel Lee (2002). The Social Construction of Technology: Structural Considerations. In: *Science, Technology and Human Values* 27. (28-52).
- KOWOL, Uli & KROHN, Wolfgang (1995). Innovationsnetzwerke. Ein Modell der Technikgenese. In: HALFMANN, Jost & BECHMANN, Gotthard & RAMMERT, Werner (Hrsg.), *Technik und Gesellschaft. Jahrbuch 8: Theoriebausteine der Techniksoziologie*. Frankfurt a.M./ New York: Campus. (77-105).
- KRÜCKEN, Georg & MEIER, Frank (2003). „Wir sind alle überzeugte Netzwerkträger“ – Netzwerke als Formalstruktur und Mythos der Innovationsgesellschaft. In: *Soziale Welt* 54. (71-92).
- LANGLOIS, Richard N. & ROBERTSON, Paul L. (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 & WERLE, Raymund (1997). Wissenschaftsnetze in Europa und den USA. Die Rolle staatlicher Akteure bei ihrer Bereitstellung. In: WERLE, Raymund & LANG, Christa (Hrsg.). *Modell Internet? Entwicklungsperspektiven neuer Kommunikationsnetze*. Frankfurt a.M.: Campus. (157-185).
- LEIB, Volker & WERLE, Raymund (1998) Computernetze als Infrastrukturen und Kommunikationsmedien der Wissenschaft. In: *Rundfunk und Fernsehen* 46, 254-273.
- LEYDESDORFF, Loet & ETZKOWITZ, Henry (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: DOSI Giovanni 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: LUNDVALL, Bengt-Åke (Hrsg.). *National Systems of Innovation. Towards a Theorie of Innovation and Interactive Learning*. London: Pinter. (45-67).

- LUNDVALL, Bengt-Åke & BORRÁS, Susana (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: LUTZ, Burkart (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 & Hughes, Thomas P. (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: HODGSON Geoffrey M. & SCREPANTI, Ernesto (Hrsg.), *Rethinking Economics*. Aldershot: Edward Elgar. (117-137).
- MOWERY, David C. (1994). *Science and Technology Policy in Interdependent Economies*. Boston: Kluwer.
- MOWERY, David C. & NELSON, Richard R. (Hrsg.) (1999). *Sources of Industrial Leadership. Studies of Seven Industries*. Cambridge: Cambridge University Press.
- MOWERY, David C. & ROSENBERG, Nathan (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. & SIMCOE, Timothy (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: DOSI, Giovanni et al. (Hrsg.), *Technical Change and Economic Theory*. London/ New York: Pinter. (312-329).
- NELSON, Richard R. (1993). A Retrospective. In: NELSON, Richard R. (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: ENGLAND, Richard W. (Hrsg.). *Evolutionary Concepts in Contemporary Economics*. Ann Arbor: University of Michigan Press. (139-156)

- NELSON, Richard R. & ROSENBERG, Nathan (1993). Technical Innovation and National Systems. In: Nelson, Richard R. (Hrsg.), *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*. New York/ Oxford: Oxford University Press. (3-21).
- NELSON, Richard R. & WINTER, Sidney G. (1977). In Search of Useful Theory of Innovation. In: *Research Policy* 6. (36-76).
- NELSON, Richard R. & WINTER, Sidney G. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge MA: Belknap Press.
- NORBERG, Arthur L. & O'NEILL, Judy E. (1996). *Transforming Computer Technology. Information Processing for the Pentagon, 1962-1986*. Baltimore/ London: The Johns Hopkins University Press.
- PAVITT, Keith & PATEL, Parimal (1999). Global Corporations and National Systems of Innovations: Who dominates Whom? In: ARCHIBUGI, Daniele & HOWELLS, Jeremy & MITCHIE, Jonathan (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. & SABEL, Charles F. (1984). *The Second Industrial Divide*. New York: Basic Books.
- PISANO, Gary P. (2002). Pharmaceutical Biotechnology. In: STEIL, Benn & VICTOR, David G. & NELSON, Richard R. (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: HALFMANN, Jost & BECHMANN, Gotthard & RAMMERT, Werner (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: GEUNA, Aldo & SALTER, Ammon J. & STEINMUELLER, W. Edward (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 & NELSON, Richard R. (1994). American Universities and Technical Advance in Industry. In: *Research Policy* 23. (323-348).

- ROSENKOPF, Lori & TUSHMAN, Michael L. (1994). The Coevolution of Technology and Organization. In: BAUM, Joel A.C. & SINGH, Jitendra V. (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. & WERLE, Raymund (1994). Koordination und Evolution: Technische Standards im Prozess der Entwicklung technischer Systeme. In: RAMMERT, Werner & BECHMANN, Gotthard (Hrsg.), *Technik und Gesellschaft. Jahrbuch 7: Konstruktion und Evolution von Technik*. Frankfurt a.M.: Campus. (95-126).
- SCHMIDT, Susanne K. & WERLE, Raymund (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: LA PORTE, Todd R. (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 & MAYNTZ, Renate (1995). Akteurzentrierter Institutionalismus in der Technikforschung. Fragestellungen und Erklärungsansätze. In: HALFMANN, Jost & BECHMANN, Gotthard & RAMMERT, Werner (Hrsg.), *Technik und Gesellschaft. Jahrbuch 8: Theoriebausteine der Techniksoziologie*. Frankfurt a.M.: Campus. (107-130).
- SCHNEIDER, Volker & WERLE, Raymund (1998). Co-Evolution and Development Constraints. The Development of Large Technical Systems in Evolutionary Perspective. In: GARCÍA, Clara Eugenia & SANZ-MENDÉNDEZ, Luis (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 & MARTINSEN, Renate & SARETZKI, Thomas (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: Richard Hyman & Wolfgang Streeck (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: KITSCHELT, 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: STEIL, Benn & VICTOR, David G. & NELSON, Richard R. (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).

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

© Copyright: Raymund Werle, 2006

© Copyright: *dia-e-logos*, 2006.

Referencia bibliográfica:

WERLE, Raymund (2006) Análisis institucionalista de la tecnología. Estado de la cuestión y perspectiva. *dia-e-logos – Revista para ciencias sociales*. Universidad de Barcelona, Vol. II, Nr. 2, 1 de octubre 2006 [<http://www.dia-e-logos.com>].