

# Innovationen im Energiesektor als strategische Handlungsfelder

Die Governance von Anpassung und Erneuerung

*Gerhard Fuchs*

## Einleitung

Die Governanceforschung hat in den letzten Jahren wesentliche Erkenntnisfortschritte erzielt (Benz et al. 2007; Benz, Dose 2010). Unser Verständnis über die Funktionsweise von Märkten, industriellen Sektoren etc. und die Bedeutung des Zusammenspiels von privaten und öffentlichen Akteuren hat sich wesentlich verbessert. Governance lässt sich als Überbegriff für alle Formen und Mechanismen der Koordinierung zwischen mehr oder weniger autonomen Akteuren definieren, deren Handlungen interdependent sind, sich also wechselseitig beeinträchtigen oder unterstützen können (Benz et al. 2009: 9). Ein Hauptinteresse liegt dabei auf der sich wandelnden Rolle öffentlicher Akteure für die Konstituierung und Regelung von Märkten, der Entwicklung von Technologien etc. Die Untersuchungen zur Bedeutung von Governance sind in der Regel durch institutionalistische Theorieannahmen unterfüttert und fragen nach der Beschaffenheit von spezifischen Regelungsstrukturen bzw. vergleichen unterschiedliche Sektoren miteinander (Mayntz 2004). Die Forschung hat sich damit auf die eher statisch-strukturellen Aspekte von Governance konzentriert. Nahezu die gesamte einschlägige Forschung fokussiert sich auf das interne Funktionieren von Governance-Strukturen und unterstellt, dass diese weitgehend selbstbezogen operieren.

Mindestens ebenso bedeutsam ist aber die Frage nach der Veränderung von existierenden Strukturen. Es ist hinreichend diskutiert worden, dass sich Strukturen, Institutionen ebenso wie Organisationen als beharrlich erweisen, Pfadabhängigkeiten eine wichtige Rolle spielen und Veränderungen nur widerwillig vollzogen werden bzw. schwierig durchzusetzen sind. Die institutionalistische und evolutionstheoretisch informierte Forschung hat immer wieder zu zeigen versucht, dass Veränderungen, insbesondere Veränderungen grundsätzlicher Natur, in erster Linie durch externe Anforderungen (Meyer, Rowan 1977) bzw. Krisen und Schocks initiiert werden und nicht durch die etablierten Hauptak-

teure in Organisationen, Sektoren oder Politikfeldern vorangetrieben werden. Ein gutes Beispiel hierfür ist der Energiesektor. Die Entwicklung des Energiesektors wurde über lange Zeit hinweg von einer kleinen, in Netzwerken eng miteinander verknüpften Gruppe industrieller und politischer Akteure vorangetrieben (Viktor 2002). Wesentliche Anstöße für Veränderungen im Energiesektor sind dabei aber immer wieder durch externe Einflüsse zustande gekommen: der Ölpreis-Schock Mitte der 1970er Jahre, die Tschernobyl-Katastrophe und die darauf aufbauende breite Stimmung in der deutschen Bevölkerung gegen einen weiteren Ausbau der Atomkraft, die durch die Europäische Kommission vorangetriebene Liberalisierung der Energiemärkte und schließlich Fukushima.

Diese externen Ereignisse können unter bestimmten, genauer zu analysierenden Bedingungen zu Veränderungen von Governance-Strukturen beitragen, ebenso wie unter »Normalbedingungen« davon auszugehen ist, dass externe Herausforderungen von den Akteuren erst einmal innerhalb und mit den existierenden Strukturen abgearbeitet werden. Wir nehmen an, dass die Veränderung von Governance weniger durch die Krise selbst, technologische Entwicklungen oder einen externen Schock per se herbeigeführt wird, sondern durch Prozesse, in denen sich Alternativen zur herrschenden Problembearbeitung entwickeln und die durch eine Veränderung in gesellschaftlichen Kräfteverhältnissen getragen werden. Prozesse der Veränderungen von Governance drehen sich um die Frage, wer was unter welchen Bedingungen erhält. Eine theoretische Erklärungsperspektive, die uns erlaubt, solche Prozesse besser zu verstehen, ist die Theorie der strategischen Handlungsfelder von Neil Fligstein (Fligstein, McAdam 2011), die wir im Folgenden als Grundlage für unsere Diskussion heranziehen wollen. Kategorial lassen sich unter einer dynamischen Perspektive die folgenden Alternativen für die Entwicklung von Governance als Antwort auf neue Herausforderungen vorstellen:

- 1) Eine Wiedereinsetzung bzw. Fortführung der alten Ordnung mit einigen Anpassungen
- 2) Zusammenbruch der Governance und Auflösung in unorganisierten sozialen Raum
- 3) Weitere Ausdifferenzierung der Governance Struktur
- 4) Entstehung einer neuen Governance Struktur (Transformation)

Wir gehen davon aus, dass die in dem jeweiligen strategischen Handlungsfeld dominierenden Akteure versuchen werden, den Status quo und die ihn repräsentierende Governance zu verteidigen. Herausforderungen werden in erster Linie von Akteuren kommen, die eine schwächere Position innerhalb des Feldes haben oder bislang keine Rolle im Feld spielten. Sie werden sich feldexterner Entwicklungen oder Ereignisse bedienen, um möglicherweise neue Regeln, im Endeffekt eine neue Feldordnung, zu etablieren. Die Brauchbarkeit der analyti-

schen Perspektive soll im Folgenden am Beispiel der Entwicklung von zwei Technologien in drei Ländern diskutiert werden.

## Neue Technologien, Governance und der Energiesektor

Das Energiesystem steht, wie oben bereits angedeutet, weltweit unter großem Anpassungsdruck. Große Energieinfrastrukturen sind die Voraussetzungen für wirtschaftliche Entwicklung. Allerdings wird die dominierende Art der Energiegewinnung aus fossilen Brennstoffen (Kohle, Öl, Gas) auch für die durch Menschen verursachte Klimaveränderung verantwortlich gemacht. Alternative Arten der Energiegewinnung sollen entwickelt und umgesetzt bzw. der Einsatz fossiler Brennstoffe klimafreundlicher gestaltet werden. Als Beispiel für Letzteres werden wir die Diskussion um die so genannte Carbon Dioxide Capture and Storage (CCS)-Technologie vorstellen, die den Betrieb von kohlebetriebenen Kraftwerken klimafreundlicher gestalten soll. Eine Herausforderung für die etablierten Governance Strukturen des Energiesektors kam und kommt von Seiten der Erneuerbaren Energien. Die traditionelle Form der Elektrizitätsgewinnung baut auf zentralisierte Strukturen mit Großkraftwerken, die nur von wenigen potenten Unternehmen gebaut und betrieben werden können. Erneuerbare Energien sind im Gegensatz dazu nicht nur mit dem Anspruch angetreten, klimaschädliche Formen der Energiegewinnung abzulösen, sondern auch eine dezentralisierte Form der Energiegewinnung zu forcieren, an der sowohl auf Produzenten- wie Konsumentenseite neue Akteure beteiligt sind. Eine gänzlich andere Form der Governance ist zumindest theoretisch möglich.

## Die Förderung von CCS in Deutschland und in Norwegen

Am Beispiel von CCS lässt sich zeigen, wie Governance von inkrementellen Innovationen im Energiesektor ausgestaltet ist und wie unterschiedliche Akteure und Strukturen im selben Sektor zu einer unterschiedlichen Performanz beitragen, einer blockierten Entwicklung in Deutschland auf der einen und einer von einem breiten Konsens getragene Situation in Norwegen auf der anderen Seite.

## CCS in Norwegen

Für die Stromgewinnung wird in Norwegen traditionell und fast exklusiv die Wasserkraft genutzt. Die heimischen Öl- und Gasvorräte werden primär exportiert. Die Diskussion um CCS wurde auch hier von Akteuren vorangetrieben, die zunächst keine etablierte Position im Energieversorgungssystem hatten. Treibende Akteure für die Entwicklung der Technologie und die Etablierung einer Governance Struktur für CCS in Norwegen waren zunächst Norwegens größter Ölkonzern Statoil sowie die Forschungseinrichtung SINTEF und die Technische Universität von Trondheim NTNU. Bereits in den 1980er Jahren wurde die Idee einer Abscheidung und Speicherung von CO<sub>2</sub> entwickelt. Zur selben Zeit saß Norwegens Ministerpräsidentin Gro Harlem Brundtland der World Commission on Environment and Development der Vereinten Nationen vor. Unter ihrer Führung wurde ein umfassender Bericht zur nachhaltigen Entwicklung verfasst. In der Folge führte Brundtland 1991 in Norwegen für verschiedene fossile Brennstoffe und Sektoren eine CO<sub>2</sub>-Steuer ein. Diese Steuer war dann in den 1990er Jahren mit ausschlaggebend, die Pläne der Abscheidung und Injektion von CO<sub>2</sub> in Öl- und Gasfelder zunächst als Forschungsaktivitäten und zunehmend auch als kommerzielle Projekte durchzuführen. Die Öl- und Gasindustrie hatte insbesondere Interesse an einem der CCS Technologie verwandten Bereich: Mit sogenannten EOR (Enhanced Oil Recovery) oder EGR (Enhanced Gas Recovery)-Verfahren wird in Offshoreöl- und Offshoregasfeldern CO<sub>2</sub> zur verbesserten Öl- und Gasausbeute eingeleitet. Schnell vergrößerte sich das Akteursnetzwerk um weitere Forschungspartner. Zunächst kam Norwegens größter Anlagenbauer, Kvaerner, hinzu. Im Laufe intensiver Forschungsprojekte schlossen sich weitere Akteure an, insbesondere internationale Ölkonzerne. Treibende Kraft in Norwegen war die Öl- und Gasindustrie, die begann ihre F&E-Aktivitäten sowie Partnerschaften mit wissenschaftlichen Einrichtungen mit der Injektion und Speicherung von CO<sub>2</sub> in die fast leer geförderten Öl- und Gasfelder. Ab 1996 startete Statoil mit der ersten kommerziellen Nutzung im Gasfeld Sleipner West in der Nordsee.

Der Anlagenbauer Kvaerner begann parallel seit 1992 mit F&E-Programmen zur Abscheidung. Dabei konzentrierte man sich auf das sogenannte Post Combustion Verfahren. Ab 1997 erhielten Forschungsaktivitäten zu CCS auch öffentliche Forschungsgelder aus dem KLIMATEK Programm der norwegischen Regierung. Nachdem Kvaerner mit der ersten Pilotanlage eines CO<sub>2</sub>-Abscheiders erfolgreich gestartet war, investierte auch Norwegens zweiter großer Technologiersteller, Aker, in F&E zur CO<sub>2</sub>-Abscheidung.

Von gesellschaftlicher Bedeutung und von Interesse für die norwegische Elektrizitätsversorgung wurde CCS im Folgenden besonders aufgrund des zunehmenden Strombedarfs, der wegen Umweltschutzbedenken nicht mehr

durch den Zubau neuer Wasserkraftwerke gedeckt werden sollte. Nachdem der norwegische Energieversorger Naturkraft zwei Konzessionen für den Bau von Gaskraftwerken erhalten hatte, brach eine umweltpolitische Debatte los, da Gaskraftwerke (wenn auch nicht im selben Ausmaß wie Kohlekraftwerke) CO<sub>2</sub>-Emissionen verursachen. Einflussreiche Umweltorganisationen brachten in diesem Zusammenhang die CCS-Technologie als mögliche Option ins Spiel, einerseits um dem gestiegenen Strombedarf gerecht zu werden und andererseits, um gleichzeitig dem inzwischen politischen (auch durch das Kyoto Protokoll auf internationaler Ebene verankerten) Ziel einer CO<sub>2</sub>-Reduktion gerecht zu werden. Da die privaten F&E-Aktivitäten, die norwegische Politik sowie die geologischen Speicherpotenziale immer größere, nun auch von der EU (obwohl Norwegen kein EU-Mitglied ist) kofinanzierte Forschungsverbünde aktiv werden ließen, verbuchte CCS einen immensen Legitimationsschub in der breiten Bevölkerung, aber auch unter den meisten NGOs. Die ursprüngliche Debatte um den Bau oder Nicht-Bau zweier Gaskraftwerke hatte sich schon bald in eine Debatte verwandelt, ob die Gaskraftwerke mit oder ohne CCS-Technologie gebaut werden sollten (van Alphen et al. 2009: 47). Seit 2001 ist die norwegische Politik von der Leitlinie geprägt, keine weiteren Konzessionen für Kraftwerke ohne CCS zu erteilen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass CCS in Norwegen von einer breiten Koalition von Akteuren aus Staat, Wirtschaft und Industrie vorangetrieben wurde, die auf eine vorhandene Unterstützung in der Bevölkerung bauen konnte. Die Entwicklung der Technologie hat zu keinem disruptiven Wandel geführt, sondern war daran orientiert, vorhandene Akteurskoalitionen auf weitgehend konsensuellem Weg zu verbreitern.

### CCS in Deutschland

Eine Betrachtung der Governance von Innovationen für CCS in Deutschland zeigt eine von der Situation Norwegens signifikant unterschiedliche Ausgangssituation. Nach wie vor spielt Kohle für die Stromerzeugung in Deutschland eine bedeutende Rolle: Der Anteil der Braunkohle liegt bei 24%, der Anteil der Steinkohle bei 18%.<sup>1</sup> Die eingesetzte Braunkohle stammt zu fast 100% aus inländischen Quellen und ist der einzige wettbewerbsfähige heimische Energierohstoff von Relevanz. Nach einer Phase der Stagnation dominieren Kohlekraftwerke in den letzten Jahren auch wieder den Markt, das heißt laufende und geplante Bauprojekte sind vorrangig Kohlekraftwerke (Pahle 2010). In ihrer Rolle als Kunde von Kraftwerkstechnologien haben die deutschen Energiever-

---

<sup>1</sup> Zahlen laut UBA (Umweltbundesamt): Strommix in Deutschland, <http://www.umweltbundesamt.de/energie/archiv/strommix-karte.pdf> (letzter Aufruf 10.9.2011).

sorger ein großes Interesse an technologischen Innovationen, einerseits für verbesserte herkömmliche Technologien, die sich zum Beispiel in verbesserten Wirkungsgraden zeigen, andererseits auch an der CCS-Technologie, die CO<sub>2</sub>-Emissionen auf ein sehr niedriges Niveau senken würde. Da sich Deutschland zu einer ehrgeizigen Klimapolitik (40%-CO<sub>2</sub>-Reduktionsziel der Bundesregierung) verpflichtet hat, nimmt auch von Seiten der nationalen Politik der Druck auf die Kohlekraftwerksbetreiber zu, ihre Emissionen zu senken.

Die große Bedeutung, die Kohle für die deutsche Stromerzeugung besitzt, spiegelt sich darin wider, dass Deutschland als weltweit führend bei der Entwicklung von Kohlekraftwerkstechnologien gilt (Weimer-Jehle et al. 2010). Innovationsaktivitäten im Bereich Kohlekraftwerke und CCS werden in Deutschland von einer überschaubaren Anzahl vorrangig großer Akteure vorangetrieben. Dies sind multinationale Unternehmen wie Siemens, Alstom und Hitachi Power Europe, die als bedeutende Kraftwerksbauer technisch hochentwickelte Komponenten wie Turbinen, Kessel und Generatoren fertigen, sowohl für deutsche Nachfrager als auch für den Weltmarkt. Innovationen finden vorrangig in Clustern von Forschungsnetzwerken zwischen Forschungseinrichtungen, wie zum Beispiel dem Forschungszentrum Jülich, großen Universitätsinstituten, den F&E-Abteilungen der Kraftwerkshersteller sowie auch den F&E-Abteilungen der Kunden, in der Regel der vier großen Energiekonzerne RWE, E.ON, Vattenfall und EnBW statt (Rogge, Hoffmann 2009: 7). Treibende Akteure bei der Entwicklung und Verbreitung von CCS sind daher in Deutschland die Kraftwerkshersteller – als Unterstützter tritt auch die heimische Braunkohleindustrie auf – und natürlich die großen Energieversorgungskonzerne, die zum einen die Mehrzahl der in Deutschland laufenden Kohlekraftwerke betreiben und die zum anderen den zunehmend drohenden Zertifikathandel und die daraus für sie entstehenden hohen Kosten fürchten (Rogge, Hoffmann 2009). Aufgrund der industriepolitischen Bedeutung für die Kraftwerkshersteller wurden in Deutschland zunächst Forschungsaktivitäten im Bereich der CO<sub>2</sub>-Abscheidung von Seiten der Politik unterstützt und vorangetrieben. Hierbei war das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) federführend: Im Rahmen der COORETEC-Initiative zur Förderung von Forschung und Entwicklung zukunftsfähiger Kraftwerke mit fossilen Brennstoffen wurden Forschungsprojekte und Pilotanlagen zur Abscheidung von CO<sub>2</sub> finanziert. Am Standort Schwarze Pumpe in Brandenburg, einem großen und traditionellen Braunkohlebergbaugebiet, befindet sich die weltweit erste Versuchsanlage für ein CO<sub>2</sub>-armes Braunkohlekraftwerk nach dem Oxyfuel-Verfahren. Die Pilotanlage war 2008 vom Energiekonzern Vattenfall in Betrieb genommen worden und dient der Erforschung und Weiterentwicklung des Oxyfuel-Prozesses, um die Technologie zur Marktreife zu führen. Parallel entwickelt Vattenfall ein 300 MW-Demonstrationskraftwerk, das in den nächsten Jahren am Standort

Jämschwalde (ebenfalls Brandenburg) in Betrieb gehen soll. Anders als in Norwegen kommen die treibenden Kräfte und Unterstützerkoalitionen für CCS aus dem Kraftwerks- und Bergbausektor. Hier lassen sich die inkrementellen Innovationsprozesse anhand der Aktivitäten der traditionellen Akteure und Netzwerke nachzeichnen.

Es stellte sich aber schnell heraus, dass die zweite Stufe der CCS-Technologie (das heißt die Suche nach geeigneten Lagerstätten für das abgeschiedene CO<sub>2</sub>), die auf keine traditionelle Governancestrukturen und Unterstützerkoalitionen zurückgreifen konnte, bei ihrer kommerziellen Erprobung auf Akzeptanzprobleme stieß, die den Innovationsprozess zum Stoppen brachten. So gibt es massive Widerstände gegen die Exploration geeigneter Lagerstätten. Verschiedene Bürgerinitiativen gründeten sich, die Unterstützung durch Umweltverbände, aber auch von Verbänden wie dem Bauernverband und dem Verband der Wasserwirtschaft erhalten haben (Schulz et al. 2010). Nach massiven Bürgerprotesten und einer als Reaktion darauf letztlich ablehnenden Haltung verschiedener Landesregierungen, allen voran der Regierung von Schleswig-Holstein, scheiterte zunächst die Verabschiedung eines CCS-Gesetzes auf Bundesebene. Als Folge stoppte RWE den Bau des Demonstrationskraftwerks in Hürth. Zuvor war RWE bereits bei der Bewerbung um EU-Fördermittel für das Projekt gescheitert, da man aufgrund der Widerstände, denen man sich bei der Suche nach möglichen Lagerstätten ausgesetzt sah, auch keine Speicherpotenziale nachweisen konnte. Die bislang in Deutschland einzige Genehmigung zur Exploration eines potenziellen kommerziellen CO<sub>2</sub>-Speichers, nämlich für zwei Standorte in Brandenburg, erfolgte durch das brandenburgische Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe (LBGR) auf Grundlage bergrechtlicher Regelungen und Bewertungen. Das LBGR hatte bei der Genehmigung allerdings zunächst auf das noch ausstehende CCS-Gesetz des Bundes verwiesen. Nachdem dieses im Sommer 2009 (insbesondere am Widerstand Schleswig-Holsteins) im Bundesrat gescheitert war, verfügte das Land Brandenburg im Dezember 2009, dass eine »Übergangslösung« bis zur Verabschiedung eines nationalen Gesetzes angemessen sei. Inzwischen wurde ein neuer Gesetzesvorschlag erarbeitet, der nach zähen Diskussionen im April 2011 zunächst vom Kabinett verabschiedet wurde. Aber von Seiten der CCS-Unterstützer wurde dem Entwurf bereits vorgeworfen, eher ein CCS-»Verhinderungsgesetz« zu sein, da den Bundesländern zu viel Mitsprache eingeräumt wurde. Am 23. September stimmte der Bundesrat gegen das Gesetz. So ist die Zukunft dieser Technologie in Deutschland momentan sehr unsicher.

Ähnlich wie in Norwegen, sind die etablierten industriellen Akteure, die sich mit der Forschung vernetzen, an einer Entwicklung der CCS-Technologie interessiert. Ebenso ist auch der Staat klimapolitisch stark engagiert und befürwortet aus diesem Grunde CCS. Hier enden aber die Gemeinsamkeiten. CCS in

Deutschland kann nicht auf einen breiten sozialen Konsens bauen und die die Technologie unterstützenden Akteure sind im Wesentlichen die etablierten Hauptakteure des Energiesystems. Die Aktivitäten von Bürgerinitiativen, NGOs etc. haben dazu geführt, dass sich eine einflussreiche Gegenbewegung organisiert hat und die Politik dazu veranlasste, bislang keine belastbare Regulierung für den Einsatz von CCS durchzusetzen. Ob CCS in Deutschland eine Zukunft hat, ist damit mehr als offen.

## Die Förderung von Photovoltaik in Deutschland und Japan

Im Gegensatz zu den eher inkrementellen Innovationen im Bereich klimafreundlicher Kohlekrafttechnologien sind an der Entwicklung und Diffusion erneuerbarer Energien insbesondere in Deutschland eine Vielzahl neuer Akteure wie neue Hersteller, Stromhändler sowie Betreiber dezentraler Anlagen beteiligt. Die Klima- und umweltpolitischen Herausforderungen haben darüber hinaus zu einem Gefüge von politischen Eingriffen in den Energiemarkt sowie in den sich neu entwickelnden Energiemix geführt. Neue Steuerungsinstrumente wurden entwickelt und es sind zumindest in Deutschland neue Akteurskonstellationen zu beobachten, die wiederum zu neuen Governance-Strukturen geführt haben.

### Photovoltaik (PV)- Entwicklung in Japan

Die Anfänge der PV-Forschung gehen in Japan bis in die 1960er Jahre zurück. Der Konzern Sharp war damals mit der Entwicklung von Solarzellen für die Weltraumforschung befasst. Mit der Ölkrise in den 1970er Jahren, die Japan aufgrund seiner Importabhängigkeit besonders schmerzlich traf, startete die japanische Regierung 1973 ein erstes öffentliches Programm, das *Sunshine Program*, um die Importabhängigkeit zu reduzieren. Ein kleiner Anteil, 6 Mio. US-Dollar, war darin auch zur Förderung der PV-Forschung für terrestrische Anwendungen vorgesehen. 1978 dehnte Japan dann seine Forschungsanstrengungen im Bereich PV aus.

Im Zentrum des japanischen Innovationssystems stehen große, integrierte Firmen, die inkrementelle Weiterentwicklungen von Produkten und Prozessen durchführen. Zweiter wichtiger Akteur für die Governance von Innovationen in Japan ist der Staat. Er ist deutlich aktiver und lenkender, als dies zum Beispiel in Deutschland der Fall ist: »Japan and Germany clearly display different social systems of innovation, and this is why these countries showed contrasting patterns of evolution during the last quarter of the twentieth century« (Boyer 2003:



148). Vogel (2006) weist auf bedeutende Unterschiede zwischen der deutschen und der japanischen Innovationspolitik hin:

»The German government merely facilitates private-sector coordination, whereas the Japanese government organizes and guides the private sector more directly. The German government has codified its economic model into law, whereas the Japanese model relies more on informal norms and standard practices.« (Vogel 2006: 308)

Dass der japanische Staat mit unterschiedlichen Maßnahmen und Strategien aktiv ins Geschehen eingreift, zeigt sich sowohl für den Energiesektor als Ganzes als auch für den PV-Bereich im Speziellen. Nach dem zweiten Ölpreisschock 1979 gründete die Regierung 1980 die New Energy Development Organization (NEDO), mit dem Ziel, insbesondere die Erdölabhängigkeit des Landes zu überwinden. NEDO ist dem Ministerium für Internationalen Handel und Industrie (MITI) angegliedert, das auch für Energiefragen zuständig ist. NEDO übernahm die Rolle des MITI für den PV-Bereich. Seit 1988 heißt die Organisation »New Energy and Industrial Technology Development Organization« und betont damit noch stärker ihre Industrieverantwortung (Ristau 1998: 81). Mitarbeiter der NEDO kamen sowohl von staatlichen Einrichtungen als auch aus der Industrie. So spielte unter anderem auch der Energiekonzern Tokyo Electric Power Company eine wichtige Rolle bei der Ausgestaltung der Energiekonzepte und Strategien der Organisation.

In den 1980er Jahren übernahm NEDO für den PV Bereich zwei zentrale Aufgaben: Zum einen wurden Forschungsprojekte zur Verbesserung des Wirkungsgrades von Solarzellen finanziert. Zum anderen trat NEDO als wichtigster Nachfrager für die industriell hergestellten Solarzellen in Erscheinung. Da in den 1980er Jahren weder ein heimischer noch ein Exportmarkt für PV-Anwendungen existierte, war die öffentlich generierte Nachfrage entscheidend für die japanische Industrie, sich eine weltweit führende Rolle in der PV-Technologie zu erarbeiten. Sukzessive etablierte sich ein Weltmarkt, den Japan rasch bedienen und entsprechend seine Marktanteile steigern konnte: »Besaßen die Japaner 1983 am weltweiten Absatz von Modulen einen Anteil von 23 Prozent, betrug dieser nach einer Erhebung der europäischen Solarvereinigung Eurosol zwei Jahre später schon 45 Prozent« (Ristau 1998: 81).

Die Stärke des japanischen Innovationssystems, die sich auch für den PV-Bereich zeigt, liegt nicht nur in der korporativen Forschungsförderung, sondern auch in den gewählten politischen Instrumenten zur Technologiediffusion (wie zum Beispiel der Finanzierung von Demonstrationsanlagen und Marktanreizprogrammen) begründet. Um der Industrie Anreize zu geben, ihre Produktionskapazitäten auszudehnen, legte das MITI bereits 1994 das sogenannte 70.000-Dächer-Programm (»Monitoring Program for Residential PV Systems«) auf (Shum, Watanabe 2009: 3536). Durchgeführt wurde das Programm von der New Energy Foundation (NEF). Darin übernahm die Regierung 50% der In-

stallationskosten privater Haushalte, aber auch Firmen konnten Subventionen für die Installation von PV-Anlagen beantragen. Finanziert wurde das Programm durch einen Aufpreis auf die Stromtarife. Die Energieversorger wurden darüber hinaus dazu verpflichtet, überschüssigen PV-Strom zum Handelspreis zu erwerben. 2003 erfolgte eine Anpassung des Programms. Nun wurden nur noch 15% der Kosten vom Staat übernommen. 1997 wurde das Neue Energien Gesetz (»Law on Special Measures to Promote Use of New Energies«) verabschiedet. Es beinhaltete eine Mischung aus Subventionen und anderen Policies, um die Verbreitung von PV (und anderen erneuerbaren Energien) zu befördern. Darin waren auch explizite Zielvorgaben formuliert: Gegenüber einer Verbreitung von PV 1996 von 57 MW wurde für 2010 das Ziel von 5000 MW vorgegeben (»Long-term Energy Supply/Demand Outlook«). Weitere Gesetze mit Zielvorgaben zur Verbreitung von PV folgten, ebenso wie eine Bandbreite an Projekten, die beispielsweise auch die öffentliche Nachfrage nach PV-Anlagen befördern sollten. Das Bildungsministerium legte ein Eco-School Project, das Infrastrukturministerium das Green Government Office Project auf. Zwischen 1992 und 1998 wurde ein Field Test Project on Photovoltaic Power Generation for Public Facilities durchgeführt, das 1998 durch das Field Test Project on Photovoltaic Power Generation for Industrial and Other Applications abgelöst wurde (Anderson et al. 2008: 26).

Die Ausgaben zur Förderung von PV waren auf staatlicher Seite in den 1990er Jahren deutlich höher als in allen anderen Ländern. Der Haushalt 1997 sah Ausgaben von 150 Mio. Euro vor. Davon entfiel etwas weniger als die Hälfte auf F&E, der größere Anteil wurde für die Nachfrageförderung verwandt (Ristau 1998: 92). Seit 1997 wurden die Subventionen mit einem weiteren Programm weiter ausgedehnt: Mit dem »Program for the Development of the Infrastructure for the Introduction of Residential PV Systems« stiegen die Subventionen zwischen 1997 und 2001 von 11,11 Mrd. Yen auf 23,5 Mrd. Yen an (Shum, Watanabe 2009: 3536).

Die in Japan verbreitete Technologie gleicht einem standardisierten Massenprodukt ohne nennenswerte kundenspezifische Anpassung (Shum, Watanabe 2009: 3540). Der in Japan traditionell vorherrschende vertikal integrierte Innovationsprozess lässt sich auch für PV-Anlagen und sogar ihre letztliche Anwendung, dem Auf- und Anbau durch Handwerker und Architekten, finden. Shum und Watanabe greifen in ihrer Beschreibung der japanischen Governance von PV-Innovationen auf das Bild einer »geschlossenen« Entwicklung zurück (Shum, Watanabe 2009: 3540).

Die Entwicklung der PV in Japan entspricht dem vergleichbarer anderer japanischer Innovationsprozesse. Im Mittelpunkt steht die Kooperation zwischen den Hauptakteuren aus Staat und Industrie, mit dem Ziel, weltmarktfähige Produkte zu erzeugen und damit der heimischen Industrie entsprechende Export-

erfolge zu ermöglichen. Für die Umsetzung wurden die etablierten Kooperationsformen benutzt, um inkrementell und kontinuierlich die Innovation voranzutreiben. Trotz der technologischen und industriellen Vorreiterposition, die Japan über eine lange Zeit behaupten konnte, ist die Installation von PV-Anlagen in Japan allerdings wenig beeindruckend. Hier spielt eine Rolle, dass es trotz vieler staatlicher Maßnahmen nicht gelang, einen Markt für PV-Anlagen in Japan aufzubauen. Die etablierten Akteure, die die PV-Entwicklung vorantrieben, hatten eher die Exporterfolge im Auge als eine signifikante Änderung des Energiemixes, der sich auf die Kernenergie als Hauptbestandteil fokussierte. Die Zusammensetzung der für die Entwicklungen im Energiesektor verantwortlichen Hauptakteure blieb unverändert und damit waren auch keine grundlegenden Veränderungen erwartbar.

### Beispiel Deutschland

Für den deutschen PV-Sektor lassen sich dagegen radikale Innovationen und deutliche Brüche bzw. Veränderungen in der Governance feststellen. Während sich in den bisher diskutierten Beispielen eine kontinuierliche staatliche Förderpolitik beobachten ließ, die auf der Kooperation der Hauptakteure aus Staat und Industrie beruhte, sind für den deutschen Fall lange Zeit eher bescheidene staatliche Unterstützungsbemühungen und bis in die Gegenwart wechselnde Prioritäten feststellbar. Im Gegensatz zu Norwegen oder Japan oder der CCS-Entwicklung in Deutschland, waren für die Aufrechterhaltung des Interesses an PV insbesondere nicht-konventionelle Akteure (zum Beispiel so genannte soziale Bewegungen) verantwortlich.

Ausgelöst durch die Ölkrise, wurden in Deutschland in den 1970er Jahren die ersten politischen Programme zur F&E-Förderung der Photovoltaik initiiert. Zu diesem Zeitpunkt lag die politische Zuständigkeit für die Photovoltaik beim Forschungsministerium (BMFT). Als die Ölpreise dann jedoch wieder sanken und mit Beginn der CDU/FDP-Koalition unter Helmut Kohl, wurden politische Programme zur Förderung der Photovoltaik deutlich zurückgefahren. Trotzdem hatte die frühe Forschungsförderung in den 1980er Jahren bereits erste Früchte getragen: zum einen hatten es die beiden industriellen Hauptempfänger der öffentlichen PV-Förderung, AEG-Telefunken und Siemens-Solar, geschafft, internationale Konkurrenzfähigkeit zu erlangen (Ristau 1998: 46). Zum anderen konnte sich die deutsche PV-Forschung etablieren und gemeinsam mit Japan und den USA eine internationale Spitzenstellung einnehmen. Hierbei war ausschlaggebend, dass die Forschungsgelder sehr breit verteilt in unterschiedliche Technologien und Verfahren flossen, und sowohl universitäre Institute als auch insbesondere angewandte Forschungszentren, wie etwa das

1982 gegründeten Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE) in Freiburg, davon profitierten. Auf diese Weise wurden Forschungsprojekte zu einer Bandbreite unterschiedlicher (konkurrierender) Technologien finanziert, die nicht von vornherein bezüglich ihrer Zukunftsfähigkeit und ihres Marktpotenzials von politischer Seite aus bewertet worden waren. Trotz der erfolgreichen Anfänge kann die Entwicklung in den 1980er Jahren noch nicht als erfolgreich bezeichnet werden. Im Gegenteil, aufgrund der fehlenden inländischen Nachfrage wurden zwar erfolgreich Photovoltaiktechnologien fast bis zur Marktreife entwickelt und produziert, trafen dann jedoch auf kein gesellschaftliches und politisches Interesse und es kam zu keiner Anwendung der neuen Technik. Statt dessen wurde die Entwicklung der Technologie gar durch etablierte Marktakteure des Energiesektors, nämlich die Energieversorgungsunternehmen, bedroht, die mit besten Kontakten zu den Entscheidungsträgern und Verwaltungsebenen in den Ministerien ausgestattet waren und eine Förderung der PV zu verhindern suchten. Hinzu kamen Kompetenzstreitigkeiten bzw. eine unglückliche Verteilung der Zuständigkeiten auf verschiedene Ministerien, die eine Innovationen befördernde Politik zu diesem Zeitpunkt eher behinderte. Traditionell werden Markteinführungsprogramme vom Wirtschaftsministerium (BMWi), F&E vom Forschungsministerium (BMFT) finanziert (Ristau 1998: 44). Das Wirtschaftsministerium galt und gilt als Gegner einer PV-Förderung.

Dann jedoch bekam die nur sehr schwache, hauptsächlich aus PV-Forschern und den bis dahin nur wenigen in der 1975 gegründeten Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS) Aktiven bestehende PV-Koalition überraschend Unterstützung: Externe Ereignisse führten dazu, dass der Bekanntheitsgrad von Photovoltaik sich rasch erhöhte und sich ihre Akzeptanz als alternative Energieressource schnell verbreiterte. So veränderte der Reaktorunfall von Tschernobyl im Jahre 1986 die öffentliche Meinung hinsichtlich der Akzeptanz der Kernenergie massiv und bot damit die Möglichkeit, eine generelle gesellschaftliche Diskussion über die Zukunft des Energiesystems und die Möglichkeiten einer Transformation anzustoßen. Innerhalb von zwei Jahren stieg die Ablehnung der Kernenergie in der deutschen Bevölkerung von 50% auf über 70% (Jahn 1992). Die PV-Wissenschaftler schafften es zu diesem Zeitpunkt, PV als Alternative zur Atomenergie, als ein wichtiges Element für die Transformation des Energiesektors und als saubere, daher umweltfreundliche Energiequelle zu lancieren. Damit trafen sie die unterschiedlichen Interessen der in den verschiedenen Umweltgruppen und Antiatomkraftbewegungen Engagierten. Im Vergleich zu anderen europäischen Ländern waren die Umweltbewegungen, die breite Ablehnung der Kernenergie nach dem Tschernobyl-Unfall und die Partei *Die Grünen* in Deutschland besonders stark. Aus diesem Grund fühlten sich politische Entscheidungsträger zu einem vergleichsweise frühen Zeitpunkt dazu veranlasst, die Photovoltaik mit einem Markteinführungsprogramm zumindest sym-

bolisch zu unterstützen. 1991 startete das 1000-Dächer-Programm. Finanziert von der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) bot es verbilligte Kredite für private Haushalte, die gleichzeitig Interesse zeigten, an einer groß angelegten Testphase für netzgekoppelte Photovoltaikanwendungen teilzunehmen. NGOs wie die DGS, der Solarenergie-Förderverein oder Eurosolar nutzten diese Situation, um Einfluss auf die Politik auszuüben. Sie entwickelten Einspeisungs- und Finanzierungsmodelle und bewarben sie. Die 1990er Jahre wurden im Folgenden insbesondere durch institutionelle Neuerungen auf globaler und EU-Ebene geprägt, die Einfluss auf die Photovoltaik-Innovationspolitik in Deutschland nahmen. Die von der EU geforderten Deregulierungen auf dem Strommarkt einerseits und eine zunehmende Wahrnehmung durch die Bedrohung eines Klimawandels andererseits, die etwa in dem 1997 unterzeichneten Kyoto-Protokoll ihren Ausdruck fand, führten zur weiteren Formierung und Organisation von Befürwortern der Photovoltaik und zu einer zunehmend positiveren Einschätzung der Photovoltaik als Lösung des Klimaproblems und zu einer Verschärfung der Diskussion um neue, verbesserte politische Instrumente.

Da das Auslaufen des 1000-Dächer-Programms einen starken Rückgang der Nachfrage verursacht hatte und die sinkenden Strompreise PV unrentabel machten, sah es ab Mitte der 1990er Jahre zunächst so aus, als hätten Photovoltaik-Anwendungen in Deutschland keine Zukunft mehr. Der Markt brach weg, trotz einer breiten Zustimmung in der Bevölkerung. Und noch schlimmer: Die sich langsam entwickelnde Industrie drohte nun damit, ins Ausland abzuwandern und Deutschland den Rücken zu kehren. Ohne eine langfristige, umfassende politische Unterstützung gäbe es in Deutschland keine Nachfrage nach Photovoltaikanlagen, so die Argumentation der Hersteller. Dies war das Signal für NGOs erneut initiativ tätig zu werden. Greenpeace gab bei der Ludwig-Bölkow-Stiftung eine Studie über die Errichtung einer Solarfabrik in Auftrag, die zu dem Ergebnis kam, dass eine Markteinführung von Solarstromanlagen am Standort Deutschland rentabel sein könnte.<sup>2</sup> Durch Skaleneffekte und einer entsprechenden Automatisierung im Produktionsprozess ließen sich die Preise von Photovoltaikanlagen um 40% reduzieren. Dies ließe sich bereits mit einer kleinen Fabrik, die jährlich 2500 PV-Module produziere, realisieren. Diese Erkenntnisse nahm Greenpeace in der Folge zum Anlass, um Kaufinteressenten für diese (Cyrus genannten) Anlagen zu suchen. Es wurden 4000 Kaufabsichtserklärungen gesammelt. Als Reaktion darauf schaltete Greenpeace Anzeigen in der FAZ und im Handelsblatt, um Unternehmer zu suchen. Fünf meldeten sich und zeigten Interesse, entsprechende Anlagen aufzubauen. Die große Leistung von Greenpeace bestand vor allem in der Sensibilisierung der Nachfrager für PV. Aber nun war auch klar, dass PV-Anlagen doch kostengünstiger als gedacht

---

<sup>2</sup> Nachzulesen auf: Welt online vom 3.11.1995, Eine Lobby für die Sonnenenergie. [http://www.welt.de/print-welt/article663558/Eine\\_Lobby\\_fuer\\_die\\_Sonnenenergie.html](http://www.welt.de/print-welt/article663558/Eine_Lobby_fuer_die_Sonnenenergie.html) (letzter Aufruf 11. 9.2007).

zu produzieren seien und insbesondere mittelständische Unternehmen, wie etwa RAP Mikrosysteme GmbH aus Wernigerode oder die Freiburger Solarfabrik, begannen sich für PV zu interessieren (Ristau 1998: 57). Die neuen kleinen und mittelständischen PV-Firmen hatten sich von Beginn an auf netzgekoppelte Anlagen konzentriert. Sie produzierten Module, Aufständerungen für Dächer und Wechselrichter. Auf diese Weise hatten die von der Umweltbewegung angestoßenen Aktivitäten dazu geführt, den Pfad für die Innovationen in der Photovoltaik und die besondere Form ihrer Anwendung zu legen (Jacobsson, Lauber 2006: 266). Viele dieser kleinen Start-ups hatten ihren Ursprung in der PV-Forschung. Die enge Vernetzung von Wissenschaft, Umweltgruppen und kleinen, zu Beginn umwelt- und energiepolitisch hoch motivierten Firmengründern war im Fall der Photovoltaik in besonderem Maße gegeben.

Der zuvor bereits erwähnte institutionelle und infrastrukturelle Umbau auf dem Energiesektor hatte noch eine zweite Wirkung: Tradierte Entwicklungspfade wurden aufgebrochen und verändert, sodass eine generelle Diskussion über die Zukunft der deutschen und europäischen Energieversorgung angestoßen werden konnte. Die Umweltgruppen und ihre Aktivitäten nutzten die Situation, ebenso wie die Solarverbände, die sich Ende der 1990er Jahre gründeten und die junge PV-Industrie auf politischer Ebene vertraten. Als es dann im Jahre 1998 zur Gründung der Rot-Grünen Koalition kam, war das *Window of Opportunity* weit aufgestoßen: Die PV-Unterstützer-Koalition ergriff ihre Chance. Nun musste nicht mehr nur von außen Lobbyarbeit gemacht werden, sondern es ergab sich die Möglichkeit eines direkteren Einflusses auf die Politik und einer Institutionalisierung der Förderung Erneuerbarer Energien. Von der rot-grünen Koalition wurden zwei neue Politikinstrumente zur Förderung der Photovoltaik kreiert. Als Nachfolgeprogramm für das längst ausgelaufene 1000-Dächer-Programm wurde ein 100.000-Dächer-Programm verabschiedet. Das 1999 aufgelegte, über die KfW finanzierte Programm bot zinsvergünstigte Darlehen mit einer zehnjährigen Laufzeit an, von denen zwei Jahre tilgungsfrei waren. Lange hatte die PV-Industrie auf ein solches Signal gewartet. Im Jahre 2000 wurde dann schließlich ein neues Einspeisegesetz (Erneuerbare Energiengesetz, EEG) verabschiedet. Vor der Einführung des EEG sicherte sich die Bundesregierung eine breite Unterstützungs-Koalition, trotzdem versuchten einige der Energieversorgungsunternehmen, angeführt vom VDEW, nach wie vor das EEG zu verhindern. Als im Jahre 2003 das 100.000-Dächer-Programm auslief, wurde im Gegenzug mit einer ersten Novelle des EEG die Vergütung von Solarstrom aber noch erhöht, und auch als im Jahre 2005 die Rot-Grüne Koalition von einer Großen Koalition abgelöst wurde, wurde keine neue Richtung eingeschlagen. Mittlerweile sprach sich auch die CDU für Photovoltaik und die politische Unterstützung der weiteren Verbreitung von Photovoltaik aus. Insbesondere ostdeutsche Regionen profitierten durch die Ansiedlung der Photovoltaik-

industrie, die ihren Ursprung in ersten Produktionsstätten im Jahre 1997 hat. Seitdem verlagerten eine Vielzahl der PV-Firmen ihre Produktionsstätten nach Ostdeutschland und auch ausländische Firmen siedelten sich dort an.

Mit dem Wechsel zu einer konservativ-liberalen Koalition änderten sich aber die Rahmenbedingungen für die deutsche Photovoltaikentwicklung. Das EEG wurde mehrfach verändert und verschlechterte signifikant die Rahmenbedingungen für die weitere Entwicklung der Photovoltaik. Energieversorger und andere interessierte, organisierte Interessen forcierten eine Diskussion, die die finanzielle Förderung der PV als zu kostspielig bezeichnet. Im Gegenzug wurde die Laufzeit der Kernkraftwerke verlängert, bis es nach dem Reaktorunfall in Fukushima wieder eine Kehrtwende gab und das Ende der Kernkraft proklamiert wurde, ohne dass sich deswegen die Rahmenbedingungen für die PV verbesserten.

### Fazit: Governance von Innovationen im Energiesektor

In unserem Beitrag haben wir die Entwicklung von zwei technischen Innovationen in drei Ländern betrachtet. Das Hauptaugenmerk lag dabei zum einen auf der Einbettung der technologischen Entwicklungen in die spezifischen nationalen Kontexte, die wir mit dem Begriff *Governance* versuchten, analytisch greifbar zu machen. Zum anderen lag der Schwerpunkt auf der Anwendung einer Prozessperspektive. Die Prozessperspektive war informiert durch die Theorie der strategischen Handlungsfelder (Fligstein, McAdam 2011). Sie geht davon aus, dass ein Wandel der Governance-Strukturen sich in der Veränderung der sie tragenden Akteurskonstellation niederschlagen muss. Die Veränderung von Akteurskonstellationen ist ein im Prinzip konflikthafter Prozess.

Für den Fall Deutschland konnte gezeigt werden, dass die Entwicklung der Photovoltaik abhängig von der Etablierung einer neuen Unterstützerkoalition war, die gegen den Widerstand der etablierten Akteure und Interessen eine neue Form von Governance für die Förderung der Erneuerbaren Energien schuf. Die Unterstützerkoalition erweiterte sich sukzessive, besteht aber nach wie vor aus einer breiten, interessenspolitisch diffusen Gruppe von Akteuren, der es nur punktuell gelingt, gemeinsame Interessen zu formulieren. Wir beobachten hier die Entwicklung einer Governancestruktur quasi »von unten«, deren dauerhafte Existenz aber von Entscheidungen »von oben« abhängig ist. Zumindest zum jetzigen Zeitpunkt hat sich eine gleichsam eigenständige Governancestruktur ausdifferenziert und die Frage einer grundlegenden Veränderung bzw. Transformation des Energiesystems ist offen (Ausdifferenzierung bis Transformation).

Die CCS-Technologie hingegen sollte von den etablierten Netzwerken aus Energieversorgern, Wissenschaft, Kraftwerkskomponentenherstellern und Poli-

tik von oben exekutiert werden und versuchte, eine neue technische Option auch gegen Widerstand von gesellschaftlichen Gruppen durchzusetzen. Das Scheitern der CCS Entwicklung wird in den Organisationserfolgen der Gegner der CCS-Entwicklung und der mangelnden Fähigkeit der etablierten Akteure, diese Gruppen (wie zum Beispiel in Norwegen) zu kooptieren, deutlich (unorganisierter sozialer Raum).

In Norwegen wurde die CCS Entwicklung von einer breiten Palette von Akteuren vorangetrieben, die zunächst nicht zum etablierten Stromerzeugungssystem gehörten. Über geschickte Kooptationsstrategien hat sich aber eine breite Koalition von Akteuren aus den ursprünglichen und benachbarten Feldern zusammengesetzt, um CCS voranzutreiben (Transformation).

Die Photovoltaikentwicklung in Japan kann auf der einen Seite als insofern erfolgreich gewertet werden, weil die Zielsetzungen der etablierten Hauptakteure sich im Wesentlichen realisieren ließen. Ziel war es zum einen, die Photovoltaikentwicklung voranzutreiben. Hierzu sollte eine exportfähige Technologie entwickelt werden, für die in Japan Referenzanwendungen geschaffen worden. Zum anderen sollten aber die vorhandenen Strukturen in Japan und die Interessen der dominanten Akteure des Energiesystems nicht in Frage gestellt werden. Dies hat zu einer vergleichbar konstanten, aber in der Summe eher unbedeutenden Entwicklung der PV in Japan geführt (Konstanz der Governance-Struktur). Bis zu Fukushima hat sich der Anteil der Erneuerbaren Energien am Energiemix in Japan sogar verringert.

## Literatur

- Alphen, van, C. Ruijven, van, J., Kasa, S., Hekkert, M., Turkenburg, W. 2009: The performance of the Norwegian carbon dioxide, capture and storage innovation system. *Energy Policy*, 37. Jg., 43–55.
- Anderson, K. Nottage, L. R., Wolff, L. T., Yamanaka, W. 2008: Japan's Gradual Transformation in Corporate Governance. Research Paper, No. 08/29. Sydney: Sydney Law School.
- Benz, A., Lütz, S., Schimank, U., Simonis, G. (Hg.) 2007: *Handbuch Governance. Theoretische Grundlagen und empirische Anwendungsfelder*. Wiesbaden: VS.
- Benz, A., Dose, N. 2010: *Governance – Regieren in komplexen Regelsystemen: Eine Einführung*, 2. veränderte und aktualisierte Auflage. Wiesbaden: VS.
- Boyer, R. 2003: The Embedded Innovation Systems of Germany and Japan: Distinctive Features and Futures. In K. Yamamura, W. Streeck (Hg.), *The End of Diversity? Prospects for German and Japanese Capitalism*. Cornell: Cornell University Press, 147–183.
- Fligstein, N., McAdam, D. 2011: Toward a General Theory of Strategic Action Fields. *Sociological Theory*, 29. Jg., 1–26.



- Jacobsson, S., Lauber, V. 2006: The politics and policy of energy system transformation – explaining the German diffusion of renewable energy technology. *Energy Policy*, 34. Jg., 256–276.
- Mayntz, R. 2004: Governance Theory als fortentwickelte Steuerungstheorie? MPIfG Working Paper 04/1, Köln: Max Planck Institut für Gesellschaftsforschung.
- Meyer, J. W., Rowan, B. 1977: Institutionalized Organizations: Formal Structure as Myth and Ceremony. *American Journal of Sociology*, 83. Jg., 340–363.
- Pahle, M. 2010: Germany's dash for coal: Exploring drivers and factors. *Energy Policy*, 38. Jg., 3431–3442.
- Ristau, O. 1998: Die solare Standortfrage. Der technologische Wettstreit zwischen den USA, Japan und Deutschland. Bad Oeynhausen: Solarthemen-Politik.
- Rogge, K., Hoffmann, V. 2009: The impact of the EU ETS on the sectoral innovation system for power generation technologies – Findings for Germany; Paper submitted to DIME Workshop on Environmental Innovation, Industrial Dynamics and Entrepreneurship, 10–12 Mai, Utrecht, Netherlands.
- Schulz, M., Scheer, D., Wassermann, S. 2010: Neue Technik, alte Pfade? Zur Akzeptanz der CO<sub>2</sub>-Speicherung in Deutschland. *Gaia*, 19. Jg., 287–296.
- Shum, K. L., Watanabe, S. 2009: An innovation management approach for renewable energy development – the case of solar photovoltaic (PV) development, *Energy Policy*, 37. Jg., 3535–3544.
- Victor, D. G. 2002: Electric Power. In B. Steil, D. G. Victor, R. R. Nelson (Hg.), *Technological Innovation and Economic Performance*. Princeton: Princeton University Press, 385–415.
- Vogel, S. K. 2006: *Japan Remodeled. How government and industry are reforming Japanese capitalism*. Ithaca: Cornell University Press.
- Weimer-Jehle, W., Wassermann, S., Fuchs, G. 2010: Erstellung von Energie- und Innovationsszenarien mit der Cross-Impact-Bilanzanalyse: Internationalisierung von Innovationsstrategien im Bereich der Kohlekraftwerkstechnologie. 11. Symposium Energieinnovation Alte Ziele – Neue Wege, TU Graz, 10.–12.2.2010.

