

Der deutsche Stromsektor im Spannungsfeld energiewirtschaftlicher Umbaumodelle

Die jüngere Entwicklung des deutschen Stromsektors wird häufig als ein sich verschärfender „Systemkonflikt“ zwischen dem überkommenen fossil-atomaren und dem sich neu entwickelnden regenerativen Technikpfad gedeutet. Dabei wird übersehen, dass sich nicht nur das bisher dominierende Produktionsmodell im Stromsektor unter den Vorzeichen von Liberalisierung und Ökologisierung verändert, sondern zugleich ein institutioneller und systemtechnischer Wandel zu beobachten ist, der einer dauerhaften Koexistenz alternativer Modelle der Stromerzeugung den Weg bereiten könnte.

RÜDIGER MAUTZ, WOLF ROSENBAUM

1. Einleitung

Die großen energietechnischen Infrastruktursysteme (Strom-, Gas- und Kraftstoffversorgung) wurden im Laufe des 20. Jahrhunderts zur selbstverständlichen Grundausstattung fordristischer Ökonomien. Energieversorgungssysteme sowie Industrie- und Konsumstrukturen entfalteten sich in wechselseitiger Abhängigkeit (Otten 1986) – eine Entwicklung, die über Jahrzehnte als Inbegriff gesellschaftlichen Fortschritts und als Garant sozioökonomischer Wohlfahrtssteigerung betrachtet wurde (Reusswig 1994; Baedeker 2002). Angesichts solcher Interdependenzen schien nichts die strukturelle Festigkeit sowie das fortdauernde Größenwachstum des Stromsektors beeinträchtigen zu können. Im Rahmen seiner bahnbrechenden Arbeiten zu „großen technischen Systemen“ konnte *Hughes* am Beispiel von Stromsystemen zeigen, dass diese aus technischen, ökonomischen sowie wissens- und machtbasierten Gründen ein sich selbst verstärkendes und nur schwer rückgängig zu machendes „Momentum“ entwickeln, das ihnen ein hohes Maß an Beharrungskraft und Pfadstabilität verleiht (Hughes 1987, 1994).

Unter solchen Bedingungen schien ein grundlegender Systemwandel nur durch extern verursachten Veränderungsdruck möglich zu sein. In der Tat kam es infolge der Ölkrise 1973/74 sowie der zeitgleich aufflammenden Debatten über Ressourcenknappheit, Umweltschutz und groß-

technische Risiken zu einer für die Industrieländer neuartigen Politisierung der Energiefrage. Mehr als in den meisten anderen Ländern waren es in der Bundesrepublik Deutschland neue soziale Bewegungen, die diese Debatte vorantrieben (Brand 1999). Dies führte zu einer *Polarisierung* der politischen Auseinandersetzungen um das deutsche Stromsystem. Dieses Grundmuster verfestigte sich, als in den 1980er Jahren ein energiewirtschaftlicher Gegenentwurf in den Reihen der Ökologie- und Anti-Atomkraftbewegung schärfere Konturen annahm: Dieser zielte auf einen radikalen Systemumbau ab hin zu dezentralen Erzeugungsstrukturen auf Basis erneuerbarer Energien sowie neuer, von den Energiekonzernen unabhängiger Stromerzeuger. Das Leitmotiv der Polarisierung begleitete auch die in den 1990er Jahren zu beobachtende Herausbildung einer von staatlicher Politik (insbesondere der gesetzlichen Einspeisevergütung für Ökostrom) geförderten technologischen Nische der erneuerbaren Energien, die von den Stromkonzernen zunächst vehement bekämpft wurde (Mautz et al. 2008, S. 49ff.). Auch die im Rahmen EU-weiter Bestrebungen ab 1998 eingeleitete Liberalisierung des deutschen Strommarkts verschärfte in gewisser Hinsicht die polarisierenden Tendenzen im Elektrizitätssektor: Eine Folge der deutschen Liberalisierungsvariante war, dass sich der Konzentrationsprozess im Stromsektor fortsetzte und die nach einer Fusionswelle verbliebenen vier großen Stromkonzerne (E.on, RWE, Vattenfall, EnBW), die rund 90 % der Nettostromerzeugung in Deutschland auf sich vereinigten, ▶

ihre Marktmacht noch ausbauen konnten (Bontrup/Marquardt 2010, S. 82f.).

1.1 Kontroverse Perspektiven auf die Zukunft der Stromerzeugung

Die polarisierende Sicht der Dinge prägt nach wie vor viele Analysen und Beobachtungen. So wird die jüngere Entwicklung des deutschen Stromsektors von etlichen Beteiligten des energiepolitischen Diskurses als ein sich verschärfender „Systemkonflikt“ entschlüsselt – wobei man zwei Varianten unterscheiden kann. In der einen Variante wird der Systemkonflikt vor allem als grundlegender *Technikkonflikt* wahrgenommen: Schon heute sei absehbar, dass die von den Stromkonzernen betriebenen Atom- und Kohlekraftwerke nicht mit einem auf Dauer zunehmenden Anteil an regenerativ erzeugtem Strom im Netz vereinbar sein würden. Die Grundlastkraftwerke könnten aufgrund ihrer inflexiblen Produktionsweise nicht angemessen auf die intermittierende Stromerzeugung von Windenergie- oder Solaranlagen reagieren und drohten die Stromleitungen zu „verstopfen“.[●] In der anderen Variante wird der Systemkonflikt als *gesellschaftlicher Konflikt* gesehen: Auf der einen Seite stehe die überkommene oligopolistische Energiewirtschaft, die mit allen Mitteln den Weg hin zu einer Vollversorgung mit erneuerbaren Energien behindere. Auf der anderen Seite sei eine breite „gesellschaftliche Bewegung zu erneuerbaren Energien“ entstanden, die sich den „Energiewechsel“ auf ihre Fahne geschrieben habe. Diese Bewegung umfasse zwar unterschiedliche Akteursgruppen – von Bürgerinitiativen über Stadtwerke und Industrieunternehmen bis hin zu Kreditinstituten –, ziehe aber letztlich an einem Strang.[Ⓜ]

Die erste Position – die Warnung vor einem grundlegenden Technikkonflikt – lenkt die Aufmerksamkeit auf Probleme der technischen Integration der erneuerbaren Energien in das Stromsystem sowie auf die Dringlichkeit, die der Suche nach Problemlösungen inzwischen zukommt. Die zweite Position fokussiert dagegen auf das seit Jahren breiter werdende gesellschaftliche Kräftefeld, in dem kollektive Akteure (bzw. Akteursallianzen) sich für die Durchsetzung konkurrierender energiewirtschaftlicher Ziele einsetzen.

1.2 Differenziertere Situationsdeutung

In Abgrenzung zu den skizzierten Positionen vertreten wir die These, dass die Situationsdeutung im Sinne eines *polarisierenden* Systemkonflikts neuere Entwicklungen im deutschen Stromsektor nicht hinreichend erfasst:

Erstens bleibt eine solche Situationsdeutung zu sehr dem in der Frühphase der erneuerbaren Energien durchaus stimmigen Bild verhaftet, dass externe Kräfte des Wandels ein von internen Beharrungskräften beherrschtes traditionelles Stromregime herausfordern. Wir wollen hier den Blick erweitern und bei allen nach wie vor virulenten energiepolitischen Kontroversen auch nach den möglichen

Wechselbeziehungen zwischen Nischendynamiken und den Entwicklungen im traditionellen Stromsektor fragen.

Zweitens werden im Fall des von Scheer (2010) umrissenen Akteurspektrums, das den „Energiewechsel“ vorantreibt, Unterschiede im Hinblick auf sozialökonomische Interessenlagen und damit verknüpfte Umbaustراتيجien nicht deutlich. Vielmehr fasst Scheer die diversen Akteursgruppen unter dem Dach einer gemeinsamen „Bewegung“ zusammen. Wir wollen den Akzent etwas anders setzen, indem wir die sozialökonomische Ausdifferenzierung bzw. *Pluralisierung* des im Bereich erneuerbarer Energien anzutreffenden Akteurspektrums stärker hervorheben. Im Rahmen einer Typologie unterscheiden wir fünf *energiewirtschaftliche Umbaumodelle*, die wir im nächsten Abschnitt (2) näher charakterisieren wollen:

- das sozialökologische Modell
- das mittelständische Modell
- das kommunalwirtschaftliche Modell
- das transkontinental-großindustrielle Modell
- das die erneuerbare Energien integrierende großkapitalistische Modell.

Das zentrale Merkmal, in dem sich die Modelle energiewirtschaftlichen Umbaus unterscheiden, ist der sie jeweils tragende *Organisations- bzw. Unternehmenstyp*. Es handelt sich hierbei im ersten Fall um ehrenamtliche, primär gemeinwohlorientierte Initiativen, im zweiten Fall um mittelständische Unternehmen, im dritten Fall um kommunale Stadtwerke, im vierten Fall um ein internationales Unternehmenskonsortium und im fünften Fall um die vier großen deutschen Stromkonzerne. Mit dieser Unterscheidung erfassen wir divergierende sozialökonomische Interessenlagen und Handlungsressourcen, die den Umbaumodellen zugrunde liegen, sowie wichtige Handlungsmotive der jeweils beteiligten Akteure. Weitere relevante Dimensionen der Typologie sind *systembezogene Strukturvorstellungen* sowie *energiewirtschaftliche Ziele*, auf denen die Umbaumodelle jeweils basieren: Orientiert man sich – erstens – an einem (überwiegend) dezentralen oder aber zentralistischen Modus des Ausbaus sowie der Systemintegration erneuerbarer Energien? Zielt das Umbaumodell – zweitens – auf eine (weitgehende) Vollversorgung mit erneuerbaren Energien oder auf einen Energiemix ab, in dem bis auf Weiteres auch fossile und atomare Energieträger ihren festen Platz haben?

● Diese Position wird insbesondere vom Sachverständigenrat für Umweltfragen vertreten (SRU 2009), findet sich aber auch in der Position von Erneuerbare-Energien-Verbänden sowie in Pressekommentaren zur Energiepolitik der Bundesregierung wieder.

Ⓜ Diese Position findet sich in den Veröffentlichungen von Hermann Scheer (insbesondere Scheer 2010, S. 170ff., 262f.) und bildet zudem die energiepolitische Grundhaltung der Europäischen Vereinigung für Erneuerbare Energien e.V. (EUROSOLAR) ab.

Die Typologie energiewirtschaftlicher Umbaumodelle beruht auf empirischen Ergebnissen aus zwei von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Forschungsprojekten, die sich mit der „sozialen Dynamik der Energiewende“ (Projektabschluss: Ende 2007) sowie mit „systembezogenen Innovationen im deutschen Elektrizitätssektor“ (Projektabschluss: Ende 2010) befassen.^③ Die empirische Grundlage beider Untersuchungen waren insgesamt knapp 100 Experteninterviews mit Vertreterinnen und Vertretern aus Verbänden und Initiativen im Bereich erneuerbarer Energien, aus Unternehmen der Stromwirtschaft, der kommunalen Energieversorgung und der Erneuerbare-Energien-Branche, aus kommunalen Behörden, aus Landesministerien, aus der Wissenschaft, aus Energieagenturen und Kommunalverbänden, ergänzt um die Auswertung von schriftlichen Sekundärquellen (zum Beispiel Internetseiten von Unternehmen und Verbänden, Pressemeldungen, branchenbezogene Literatur).^④

2. Energiewirtschaftliche Umbaumodelle

2.1 Das sozialökologische Modell

Im Zentrum dieses Umbaumodells steht eine pluralistische-dezentrale Energieversorgung. Das primäre Ziel lautet, in überschaubaren Zeiträumen die energetische Vollversorgung auf der Grundlage erneuerbarer Energien zu erreichen. Um dieses Ziel durchzusetzen, wird angestrebt, die Erzeugung von Regenerativstrom möglichst breit in der Gesellschaft zu verankern, und zwar unter wachsender Beteiligung sowohl von Privathaushalten als auch von ehrenamtlichen Initiativen. Getragen wird dieses Umbaumodell heute von einer Vielzahl zivilgesellschaftlicher Organisationen, in deren Netzwerken sich nicht nur praktisches Handlungs- und Organisationswissen bündelt, sondern auch gemeinsame Zieldefinitionen und normative Orientierungen herausgebildet haben. Ein wichtiges Merkmal vieler dieser Initiativen (zum Beispiel Bürgersolkraftwer-

ke oder regionale Energiewendeprojekte) ist die für Dritte-Sektor-Organisationen typische hybride Struktur der Handlungsressourcen, die neben der Schlüsselressource „Sozialkapital“ – Vertrauensbeziehungen und solidarische Kooperation auf ehrenamtlicher Grundlage – auch semi-professionelle Tätigkeiten sowie Einkünfte aus Marktbeziehungen und/oder öffentliche Finanzierungsformen umfassen kann (Laville/Nyssens 2001; Pankoke 2008). Die Hybridstruktur schlägt sich auch in den Handlungsmotiven nieder: Die Organisationen agieren in der Regel nicht primär gewinn-, sondern gemeinwohlorientiert, nutzen aber die durch die gesetzliche Einspeisevergütung geschaffene Möglichkeit, mit der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien finanzielle Einnahmen zu erzielen. Die innerorganisatorischen Entscheidungsprozesse beruhen zumeist auf basisdemokratisch-genossenschaftlichen Grundprinzipien, häufig ergänzt um Delegationsformen in operativen Fragen.

Die Verfechter dieses *sozialökologischen Produktionsmodells* im Bereich der Energieversorgung streben die „Demokratisierung“ und Pluralisierung der Energieerzeugung an. Die dabei entstehenden – lokalen wie überregionalen – netzwerkförmigen Koordinationsstrukturen stellen eine *soziale Innovation* sui generis dar, deren spezifisches Leistungsmerkmal in der Adaption und Diffusion dezentraler erneuerbarer Energien besteht. Daraus folgt zwingend, dass auch die Frage der *technischen* Systemintegration der erneuerbaren Energien im Rahmen des Dezentralisierungsmodus gelöst werden muss (z. B. durch dezentrale Speichertechnologien). In der dezentralen Technikoption kommt die Präferenz vieler Initiativen für lokale bzw. regionale Energieautarkie-Konzepte zum Ausdruck, die man als Zwischenschritte auf dem Weg zur flächendeckenden Vollversorgung mit erneuerbaren Energien betrachtet. Faktisch besteht allerdings auch für zivilgesellschaftliche Anlagenbetreiber, solange sie keine „Inselsysteme“ betreiben, die Notwendigkeit, sich an das existierende Netzsystem anzukoppeln und ab einer gewissen Anlagengröße Techniken zur Netzsicherung vorzuhalten.^⑤ Im Gegenzug sind die Netzbetreiber verpflichtet, durch Netzausbaumaßnahmen die Integration wachsender Mengen von Regenerativstrom zu garantieren. Dadurch erhöhen sich seit einigen Jah- ▶

③ Das zuerst genannte Projekt wurde von Andreas Byzio, Rüdiger Mautz und Wolf Rosenbaum durchgeführt. Zu einer ausführlichen Darstellung der Forschungsergebnisse vgl. Mautz et al. 2008. Bei dem zweiten Projekt bestand das Forschungsteam aus Rüdiger Mautz und Wolf Rosenbaum.

④ Beide Untersuchungen basierten auf qualitativen Erhebungsmethoden, in deren Zentrum das leitfadengestützte, mit offenen Fragen geführte Experteninterview stand (Dauer der Interviews: in der Regel anderthalb bis zwei Stunden). Der Leitfaden hatte eine feste thematische Grundstruktur, wurde aber in seiner Feingliederung auf den jeweiligen Expertentyp zugeschnitten. Wichtige thematische Blöcke: Aktivitäten des Unternehmens/des Stadtwerks/der

Organisation im Bereich von Stromerzeugung (und -verteilung), differenziert nach unterschiedlichen Erzeugungsquellen und -arten; Aktivitäten bzw. Zielvorstellungen im Bereich der Systemintegration erneuerbarer Energien; Schwerpunkte/Ziele des unternehmens-/organisationsinternen innovativen Handelns; Art, Reichweite und Begründung (Motive) der eigenen bzw. unternehmens-/organisationsinternen Umbauperspektive im Hinblick auf das (deutsche) Stromsystem; wahrgenommene technische, politische, gesellschaftliche Innovationshemmnisse im (deutschen) Stromsystem.

⑤ Zum Beispiel zur Spannungs- und Frequenzhaltung.

ren die Anforderungen an die alten *und* neuen Akteure des Stromsystems, aktiv – im Sinne inkrementeller Verbesserungen – zur Stabilität und Sicherheit des Stromnetzes beizutragen. Es handelt sich hier um die schrittweise *Internalisierung* einer extern verursachten Systemherausforderung – ein Prozess, der zum Teil kooperativ, zum Teil aber auch mühsam und Konflikt beladen verläuft.⁶

2.2 Das mittelständische Modell

Das vom „neuen Mittelstand“ im Stromsektor favorisierte Umbaumodell zielt im Kern auf einen grundlegenden sektoralen Wandel ab: weg von der oligopolistischen Vorherrschaft einiger weniger Stromkonzerne und hin zu einer stärker mittelständisch geprägten Branchenstruktur sowie einer Umverteilung sektoraler Marktmacht. Viele dieser Unternehmen wurden als „Start-ups“ in den 1980er/90er Jahren oder noch später gegründet. Wir treffen hier auf einen Unternehmertypus, der von der Forschung als „Sustainable Entrepreneur“ bzw. als „Grüner Gründer“ bezeichnet und untersucht wurde (Schönwandt 2004; Clausen 2004). Nicht selten handelt es sich hier um den innovationsbereiten Unternehmer, der eigene Neuentwicklungen im Bereich regenerativer Energietechnik auf dem Markt unterzubringen versucht oder an der Diffusion der von ihm adaptierten technischen Innovationen aktiv beteiligt ist. Wachstumsstrategien und die Eroberung von Marktanteilen dienen nicht nur der einzelwirtschaftlichen Bestandssicherung, sondern zielen im Kontext eines erweiterten unternehmerischen Erfolgsbegriffes auch auf die Zurückdrängung nicht-nachhaltiger Produkte und Produktionsweisen im Energiesektor ab (Schönwandt 2004, S. 161ff.). Das Ziel lautet auch hier, auf mittlere bis längere Sicht die 100%-Versorgung mit erneuerbaren Energien zu erreichen.

Im Kern geht es um die feste Etablierung eines neuen, dezentralen *mittelständischen Produktionsmodells* im Stromsektor, wie es sich seit knapp zwei Jahrzehnten unter den Wettbewerbsbedingungen eines geschützten Nischenmarkts zu entfalten beginnt. Im Unterschied zum sozialökologischen Modell handelt es sich hier um ein auf Betriebsförmigkeit, Gewinnorientierung und privatwirtschaftlichen Eigentumsverhältnissen basierendes Produktionsmodell. Strategisch im Zentrum stehen Produktinnovationen im Bereich der Anlagentechnik, die auf Kostensenkung, Erhöhung energetischer Wirkungsgrade sowie auf eine verbesserte technische wie marktbezogene Systemintegration erneuerbarer Energien abzielen.⁷ Aus einzelwirtschaftlicher Sicht dient dies dem Erhalt der unternehmerischen Konkurrenzfähigkeit; aus sektoraler Perspektive zielt es auf möglichst weitgehende ökonomische „Landgewinne“ der noch jungen Regenerativbranche gegenüber den traditionellen Stromerzeugern ab. Neben Anlagenherstellern wie Enercon (Windenergieanlagen), Solarworld (Photovoltaikanlagen) oder Schrack (Biogasanlagen) wird das mittelständische Modell heute von einem breiten Spektrum an Planungs-, Entwicklungs-, Service- und Betreiberfirmen (wie zum Bei-

spiel juwi Holding AG; Enertrag AG; Windwärts Energie GmbH; Tauber-Solar GmbH) getragen.

Eigene Entwicklungen im Bereich technologischer Systeminnovationen treibt die Branche insbesondere auf dem Gebiet regenerativer Kombikraftwerke voran,⁸ zum Teil verbunden mit innovativen Anwendungsformen im Bereich intelligenter Netze. Eine solche Innovationsrichtung fordert das traditionelle Stromsystem gewissermaßen von innen her heraus. Infolge der „Glättung“ und besseren Verbrauchsanpassung des eingespeisten Regenerativstroms lassen sich die Spielräume für wachsende Mengen an Ökostrom im existierenden Systemverbund erhöhen, sodass die Koexistenz von Grundlastkraftwerken und flexibel einspeisenden Kombikraftwerken auch auf längere Sicht möglich wäre. Eine solche Entwicklung könnte – unter der Voraussetzung eines fortbestehenden Einspeisevorrangs für Ökostrom – eher auf ein allmähliches Zurückdrängen traditioneller Großkraftwerke als auf den sich zuspitzenden Systemkonflikt hinauslaufen.

2.3 Das kommunalwirtschaftliche Modell

Im Kontext einer seit einigen Jahren zu beobachtenden „Renaissance“ der Stadtwerke (Leprich 2010; Weil 2010) stoßen wir auf eine wachsende Gruppe von kommunalen Energieversorgern, die sich in besonderer Weise um den Ausbau der Stromeigenerzeugung bemühen. Wir können diese Gruppe nicht quantifizieren, doch gibt es in der Literatur Hinweise darauf, dass es sich hierbei vor allem um mittlere bis große Stadtwerke (mit mehr als 50 Beschäftigten) handelt, die zudem nicht über Unternehmensbeteiligungen mit den großen Stromkonzernen verflochten sind (Jansen et al. 2007, S. 24f.).⁹ Was sind charakteristische Merkmale dieser Stadtwerke?

Ein Schwerpunkt ihrer Aktivitäten liegt beim Ausbau der dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) auf Erdgasbasis, was in der Regel mit dem Auf- oder Ausbau lokaler Wärmenetze einhergeht. Daneben investiert man in erneuerbare Energien, zumal diese aufgrund der Einspeisevergütung

⁶ Zum Beispiel infolge gerichtlicher Auseinandersetzungen um die Rechtmäßigkeit von Eingriffen der Netzbetreiber in die Regenerativstromerzeugung (vgl. Mautz et al. 2008, S. 119ff.).

⁷ Zur Entwicklung von Kosten und/oder Wirkungsgraden bei Windenergie-, Photovoltaik- und Biogasanlagen vgl. Janzing 2010.

⁸ Die Grundidee des Kombikraftwerks besteht in der informationstechnischen Vernetzung und zentralen Steuerung vieler dezentraler Stromquellen, gegebenenfalls ergänzt um Speichertechniken, um die Stromeinspeisung zu verstetigen und der Verbrauchskurve anzupassen.

⁹ An rund einem Viertel der 800 Stadtwerke sind die großen vier Stromkonzerne beteiligt, zumeist über Minderheitsbeteiligungen (Leprich 2010, S. 33).

Gewinnmöglichkeiten versprechen. Zwar machen die erneuerbaren Energien bisher nur den kleineren Teil der Eigenerzeugung aus, sollen aber perspektivisch weiter ausgebaut werden, insbesondere im Bereich der Bioenergie, die gut mit der KWK-Technik kombinierbar ist (Jansen et al. 2007, S. 27f.). Darüber hinaus unterstützt man den Ausbau dezentraler Stromeinspeisung durch Dritte innerhalb des eigenen Netzgebiets (zum Beispiel private Solaranlagen, Bürgerkraftwerke usw.). Schließlich zeichnen sich etliche dieser Stadtwerke durch kommunal orientierte und bürgernahe Dienstleistungsaktivitäten aus, die man inzwischen als relevanten Geschäftsbereich betrachtet (zum Beispiel Energieeffizienzberatung oder Contracting-Angebote).

Somit stoßen wir bei den hier interessierenden Stadtwerken auf die Modernisierung und Revitalisierung des traditionellen *kommunalwirtschaftlichen Produktionsmodells* überwiegend dezentraler Stromerzeugung.¹⁰ Es handelt sich damit um eine spezifische Variante dezentraler Systemintegration erneuerbarer Energien, die sich in einigen avancierten Fällen (zum Beispiel bei den Stadtwerken Lemgo oder Unna) mit innovativen Projekten wie dem dezentralen Energiemanagement oder der Entwicklung eines „virtuellen Kraftwerks“ verbindet, bei dem eine Vielzahl lokaler Stromquellen (KWK-Anlagen, Solaranlagen, Windturbinen usw.) durch eine übergeordnete Regelungsinstanz in einem Verbund gesteuert wird.

Als strategisches Ziel steht bei den meisten dieser Stadtwerke das Bestreben im Vordergrund, den Stromfremdbezug weiter zurückzudrängen. Ob dies mittel- bis langfristig auf die lokale Vollversorgung mit erneuerbaren Energien oder auf die dauerhafte Kombination mit konventionellen KWK-Anlagen (sowie der Beteiligung an fossilen Großkraftwerken) hinauslaufen wird, dürfte nicht zuletzt von den örtlichen bzw. regionalen Gegebenheiten abhängen. In diesem Zusammenhang sind einige großstädtische Energieversorger (zum Beispiel die Stadtwerke München und die HEAG Südheissische Energie AG) sowie zahlreiche im Stadtwerkverbund Trianel zusammengeschlossene Versorgungsunternehmen dazu übergegangen, auch in zentralisierte erneuerbare Energien, insbesondere in Offshore-Windparks zu investieren (Bontrup/Marquardt 2010, S. 85ff.). Nur so können sie im Rahmen ihrer Eigenerzeugung nennenswerte Ökostromanteile erreichen. Eine solche Ausbaustrategie macht allerdings geografisch weiträumige technische Integrationslösungen erforderlich, die zurzeit durch den „Flaschenhals“ Netzausbau erschwert werden.

Der lokale Ausbau der Eigenerzeugung hängt aufgrund von Kundennähe und Sichtbarkeit auch davon ab, inwieweit er mit kommunalpolitischen sowie öffentlichen Instanzen (z. B. Bürgergruppen; Verbraucherorganisationen) rückgekoppelt wird. Somit geht es hier nicht nur um die technische, sondern auch um die soziale Integration des kommunalwirtschaftlichen Modells, zumal dessen Stärkung dazu beitragen kann, infrastrukturelle Grundlagen der kommunalen Daseinsvorsorge zu sichern und die regionale Wertschöpfung zu erhöhen.

Die Gruppe der Stadtwerke, die das kommunalwirtschaftliche Umbaumodell trägt, stellt nach wie vor vermutlich eine Minderheit innerhalb des breiten Felds der kommunalen Energieversorger dar. Doch spricht einiges dafür, dass ihnen inzwischen eine wegweisende Rolle zukommt. So ergab eine neuere Umfrage unter deutschen Stadtwerken, dass sie sowohl Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz als auch erneuerbare Energien als die für sie wichtigsten Zukunftsthemen betrachten. Zudem sehen sie sich mehrheitlich bereit, entweder selbst innovativ zu werden oder aber (das ist die größere Gruppe) sich innovativen Entwicklungen im Stadtwerkssektor anzuschließen (Neuhäuser/Lormes 2010, S. 32ff.). Somit deutet einiges darauf hin, dass sich das kommunalwirtschaftliche Umbaumodell auf Expansionskurs befindet.¹¹

2.4 Das transkontinental-großindustrielle Modell

In den vergangenen Jahren hat das „Wüstenstrom-Projekt“ Desertec viel Aufmerksamkeit erregt. Es geht auf ein im Jahr 2003 vom Club of Rome, der Hamburg Climate Protection Foundation und dem jordanischen National Energy Research Center gegründetes Netzwerk von Wissenschaftlern und Politikern zurück (Knies et al. 2008). Dieses zunächst stark von zivilgesellschaftlichen Akteuren geprägte Netzwerk bildete die Keimzelle des 2009 gegründeten Desertec-Konsortiums, das zwar nach wie vor vom Club of Rome unterstützt wird, inzwischen aber aus 21 Gesellschaftern besteht, darunter etliche deutsche Großunternehmen wie Münchener Rück, E.on, RWE und Siemens sowie einige südeuropäische und nordafrikanische Unternehmen der Energiebranche. Das Desertec-Projekt ist im Unterschied zu den bisher beschriebenen Umbaumodellen über die Planungsphase noch nicht hinausgekommen. Mit dem Bau eines ersten solarthermischen Kraftwerks in Marokko soll 2012 begonnen werden.¹² In langfristiger Perspektive (bis 2050) will man rund 15 % der europäischen Stromversorgung abdecken, und zwar im Kontext einer künftigen Erneuerbare-Energien-Allianz zwischen Europa und den MENA (Middle East/North Africa)-Staaten.

Im Fall von Desertec handelt es sich um ein *transkontinental-großindustrielles Produktionsmodell* der Ökostromerzeugung, womit es im deutlichen Kontrast zu den bisher beschriebenen Umbaukonzepten steht. Innovativer ►

¹⁰ Gegenwärtig halten die Stadtwerke rund 10 % der deutschen Stromerzeugungskapazitäten (Weil 2010, S. 37).

¹¹ Auch die von Bontrup/Marquardt (2010, S. 359ff.) vorgelegten Ergebnisse einer Befragung von 53 Betriebsräten und mehreren Geschäftsführern von Energieversorgern stützen diese Vermutung.

¹² Presse-Interview mit dem Desertec-Projektleiter der Münchener Rück (Süddeutsche Zeitung v. 29./30. Oktober 2011, S. 1).

Kern des Desertec-Projekts ist die auf großmaßstäbliche Systemintegration abzielende Neukombination bereits vorhandener, zum Teil bereits auf normierten Standardkomponenten beruhender Technologien (solarthermische Kraftwerke, Windkraftanlagen, HGÜ-Leitungen¹³). Die Grundidee ist, bei der Allokation der unterschiedlichen Regenerativtechniken die aus topografischen und meteorologischen Bedingungen sich ergebenden komparativen Vorteile bestimmter Regionen gezielt – durch die konzentrierte Ansiedlung entsprechender Erzeugungsanlagen – zu nutzen, um auf diese Weise Effizienzvorteile gegenüber einer kleinräumig-dezentralen Ökostromproduktion zu erzielen. Ein solches Vorgehen erfordert zudem sozial innovative Lösungen (etwa konstruktive Aushandlungsverfahren) für das Problem der soziopolitischen und sozioökonomischen Einbettung des geplanten Desertec-Vorhabens in die Zielländer Nordafrikas und des Nahen Ostens (kritisch: Wuppertal Institute/CREAD 2010).

Das Unternehmensnetzwerk des Desertec-Konsortiums muss seine Handlungsfähigkeit erst noch unter Beweis stellen. Die beteiligten Energiekonzerne wie E.on oder RWE besitzen zwar die technischen und finanziellen Mittel sowie das Know-how für eine solche Strategie des „Upgrading“ eines zurzeit nur in zarten Anfängen sichtbaren transkontinentalen Stromsystems. Doch ist Desertec für sie – im Unterschied zu den Desertec-Gründern – nicht strategischer Meilenstein auf dem Weg zu 100 % erneuerbaren Energien, sondern Bestandteil in einem Unternehmensportfolio, das nach wie vor von Kohle- und Kernkrafttechnologien geprägt ist. Somit befindet sich Desertec in einem Spannungsfeld systembezogener Strategien, die in einem Fall auf die Vollversorgung mit erneuerbaren Energien, im anderen Fall hingegen auf deren Einpassung in gewachsene Systemstrukturen abzielen (siehe 2.5).¹⁴

2.5 Das großkapitalistische Modell

Die großen Stromkonzerne haben die Liberalisierung des deutschen und europäischen Strommarkts für strategische Neuorientierungen genutzt. Insbesondere E.on und RWE sind zu einer Internationalisierung ihrer Wertschöpfungsketten übergegangen und engagieren sich inzwischen stark im europäischen Strommarkt (Bontrup/Marquardt 2010, S. 77f.). Aus ehemals quasi-öffentlichen Versorgern sind privatwirtschaftliche Unternehmen geworden, die sich an Renditekriterien messen lassen müssen. Zu dieser Neuorientierung gehört auch eine Strategieänderung im Hinblick auf die erneuerbaren Energien, da sich die großen Stromkonzerne nach einer längeren Phase des Widerstands inzwischen am Ausbau der regenerativen Stromerzeugung beteiligen. Den bisherigen Aktivitäten sowie den Investitionsplanungen in diesem Bereich ist gemeinsam, dass sie „im Regelfall“ in das zentralistische Stromerzeugungskonzept der Konzerne „mit möglichst großen installierten Leistungen (Großkraftwerke) passen“ (Greenpeace/IÖW 2008, S. 118). So stützen sich die Ausbaupläne quantitativ im Wesentlichen auf großvolumige Offshore-Windkraftprojekte, in deutlich geringerem Umfang

auch auf große Biomassekraftwerke und Onshore-Windparks (ebd., S. 117). Auch die Beteiligung von E.on und RWE am Desertec-Konsortium zeugt von der Präferenz für großtechnische Projekte im Regenerativsektor. In dieser Präferenz mag das für große Infrastruktursysteme typische strukturkonservative „Momentum“ zum Ausdruck kommen – hinzu kommt, dass Technologie- und Standortwahl der Konzerne heute mehr denn je von Shareholder-Value getriebenen Renditeerwartungen bestimmt sind, was auch dem Engagement im Bereich erneuerbarer Energien eine spezifische Dynamik in Richtung auf profitable Großprojekte verleiht. Damit sind auch die Konzerne zu Akteuren des Transformationsprozesses im Stromsektor geworden. Sie lassen sich dabei von Zielvorstellungen leiten, die sich von denen der anderen Umbaumodelle deutlich unterscheiden. Zentrale Leitlinie ist der „ausgewogene Energiemix“. Gemeint ist ein gegenüber dem heutigen Status *modifiziertes Produktionsmodell der großkapitalistischen Stromerzeugung*, bei dem die erneuerbaren Energien in ein komplementäres System aus fossiler, nuklearer und regenerativer Erzeugung integriert werden. Kernkraftwerke – an denen die Konzerne (bis auf EnBW) im Rahmen internationaler Beteiligungen und Investitionen auch weiterhin festhalten wollen – und erneuerbare Energien spielen dabei den Part der CO₂-mindernden Technologien, mit der Kernkraft in der Rolle der Grundversorgung. Kraftwerke auf fossiler Basis, perspektivisch mit CO₂-mindernder CCS-Technik¹⁵ ausgestattet, sieht man in einer Doppelrolle: zum einen ebenfalls als Garanten einer verlässlichen Grundversorgung, zum anderen als Produzenten flexibel einsetzbarer Regelernergie zum Ausgleich der fluktuierenden Einspeisung von Regenerativstrom.¹⁶

¹³ Hochspannungs-Gleichstromübertragungsleitungen, die sich durch extrem niedrige Leitungsverluste auszeichnen.

¹⁴ Weniger groß dimensioniert als Desertec ist die von etlichen Nordsee-Anrainerstaaten Ende 2009 ins Leben gerufene Nordsee-Offshore-Initiative, die mittels eines „North Sea Grid“ Offshore-Windparks, norwegische Wasserkraftwerke und mitteleuropäische Verbrauchszentren energie-technisch miteinander verknüpfen will. Dem Projekt werden zwar bessere Realisierungschancen als Desertec zugeschrieben, doch scheint es über politische Absichtserklärungen bisher nicht hinausgekommen zu sein.

¹⁵ CCS = Carbon Capture and Storage.

¹⁶ Siehe hierzu die Statements der Vorstandsvorsitzenden von E.On, RWE, Vattenfall und EnBW in Reiche (2009), die sich bei leicht unterschiedlicher Gewichtung der einzelnen Technologien für die skizzierte Transformationsperspektive – allerdings vor den deutschen Energiewendegesetzen von 2011 – stark machen. Sieht man einmal vom Sonderfall EnBW ab, der von der grün-roten baden-württembergischen Landesregierung zu einem regionalen Ökostromerzeuger umgebaut werden soll, so halten die anderen drei Stromkonzerne im Rahmen ihrer internationalen Ausrichtung offenbar an dem skizzierten Leitbild fest, während ihre strategische Ausrichtung auf dem deutschen Strommarkt zurzeit von Unsicherheit und Unklarheit geprägt ist.

3. Schlussfolgerungen

In der wissenschaftlichen Debatte zum ökologischen Umbau von Wirtschaft und Gesellschaft besteht mit Blick auf das System der Stromversorgung in zweierlei Hinsicht ein weitgehender Konsens:

Erstens ist man sich darin einig, in den *erneuerbaren Energien* eine der fundamentalen Leittechnologien ökologischer Modernisierung zu sehen, insofern sie – verglichen mit fossilen und atomaren Energieträgern – den Anforderungen an einen „ökologisch besser angepassten industriellen Metabolismus“ im hohen Maße entsprechen (Huber 2011, S. 287). Mehr noch: Die erneuerbaren Energien spielen nicht nur in den meisten Zukunftsszenarien (globaler) energiewirtschaftlicher Entwicklung die technologische Schlüsselrolle, sondern gelten zudem in der Debatte zur „Dritten Industriellen Revolution“ als eine der „neuen Basisinnovationen“, das heißt als technologisches Fundament grundlegenden sozioökonomischen Wandels (Jänicke/Jacob 2008).

Zweitens herrscht weitgehende Einigkeit darin, dass der gegenwärtige Umbruch im deutschen Stromsektor mit Blick auf die *technologische Dimension* dieses Wandels nicht hinreichend bestimmt werden kann. Eine Analyseperspektive, die sich an technologischen Differenzen zwischen konventioneller und regenerativer Stromerzeugungstechnik abarbeitet, wird den gegenwärtigen Transformationsprozess in seiner Spezifik nur unzureichend erfassen. Vielmehr können Verlauf und Reichweite solcher technologischer Innovationen nur hinreichend bestimmt werden, wenn man sie in ihrem *sozialen und institutionellen Kontext* analysiert.

3.1 Zur Relevanz sozialer und institutioneller Kontexte der energiewirtschaftlichen Transformation

Wir beziehen uns hier zum einen auf *politikwissenschaftlich orientierte* Ansätze, deren Augenmerk sich auf die Relevanz staatlicher wie supranationaler Steuerung von Technologieentwicklung (Jänicke/Jacob 2008), auf geeignete Policy-Instrumente und Regulierungsformen (Bauknecht/Voß 2009) oder auf Unterschiede zwischen hierarchischen und (basis-)demokratischen Entscheidungsmustern (Leggewie/Welzer 2009) richtet. Zum anderen orientieren wir uns an *techniksoziologischen Ansätzen*, insbesondere an dem für unsere Fragestellungen besonders fruchtbaren Mehrbenen-Modell soziotechnischer Transformation (Geels 2004; Werle 2005; Smith et al. 2010). Aus dessen Perspektive entwickelt sich eine technologische Basisinnovation im Rahmen einer soziotechnischen Nische, deren Durchbruch gegenüber einem etablierten technologischen Regime sowohl von nischeninternen Dynamiken (zum Beispiel dem Verlauf technologischer Lernkurven) als auch von der branchenweiten Durchsetzung neuer – normativer, regulativer und kognitiver – Regeln der Technikwahl abhängt.

Wir wollen an diese Überlegungen anknüpfen, sie jedoch um einen aus unserer Sicht relevanten Aspekt erweitern: Die Frage nach zentralen Merkmalen des von den erneuerbaren Energien ausgehenden Wandels lässt sich mit der Suche nach *dem* prägenden sozialen und institutionellen Kontext, in welchem die Entwicklung regenerativer Energietechniken eingebettet ist, nicht hinreichend beantworten. Vielmehr sprechen unsere Befunde dafür, dass die ursprünglich auf recht ähnliche Nischendynamiken zurückgehenden Techniken der erneuerbaren Energien sich im Rahmen von institutionell und sozialökonomisch ganz *unterschiedlich* verfassten Nischen (weiter-)entwickelt haben. Dies schließt auch Entwicklungen ein, in deren Verlauf sich Nischentechniken in das etablierte Stromregime „einnisten“: So zeigt sich, dass die erneuerbaren Energien in zwei Fällen, den Stromkonzernen und den Stadtwerken, im Kontext bestehender, aber unterschiedlich ausgeprägter sozialökonomischer Gefüge *adaptiert* wurden.

Zu *radikalen soziotechnischen Innovationen* werden die erneuerbaren Energien dort, wo sie zur Schlüsseltechnologie neuer energiewirtschaftlicher Umbaumodelle werden. Dies gilt in besonderer Weise für das *sozialökologische Modell*, das bereits in den 1980er Jahren im Rahmen netzwerkartiger Koordinationsformen der neuen sozialen Bewegungen entwickelt wurde. Im Anschluss an die Pionierphase der 1980er Jahre kam es zur Institutionalisierung innovativer Betreiberszenen und -netzwerke (Mautz et al. 2008, S. 70ff.), in deren Kontext sich auch das *mittelständische Modell* entwickelte, das ein weiteres Gegenmodell zum dominanten Paradigma in der Stromerzeugung bildet.¹⁷ Beide alternativen Produktionsmodelle sind das Ergebnis koevolutionärer Wechselbeziehungen zwischen institutionellen Arrangements und Technik – ein Prozess, der sich auch in Zukunft fortsetzen könnte. So ist denkbar, dass mit den derzeit noch in der Pionierphase befindlichen Innovationen zur technischen Systemintegration der erneuerbaren Energien – Kombikraftwerke, Speichertechniken, Smart Grids – neue Formen technisch vermittelter und sozial koordinierter Netzwerkstrukturen dezentraler (zivilgesellschaftlicher wie privatwirtschaftlicher) Anlagenbetreiber, Systemdienstleister und Stromverbraucher entstehen werden, in deren Kontext die breitflächige Durchsetzung dieser Techniken überhaupt erst möglich wird.

Desertec schließlich ist ein Beispiel für ein Technisierungsprojekt, für dessen Umsetzung bisher keine feste institutionelle Struktur existiert. Aus institutionentheoretischer Sicht sind die Anforderungen an Desertec immens: So müssen sich innerhalb eines heterogenen Unternehmensnetzwerks Koordinationsmechanismen herausbilden, die infolge der Langfristigkeit der Desertec-Planungen sicherstellen, dass vertrauensvolle Kooperationen dauerhaft gelingen. ▶

¹⁷ Dabei ist zu beachten, dass mittelständische Geschäftsmodelle außerhalb der Strombranche in vielen Wirtschaftssektoren etabliert sind und hier häufig sogar dominieren.

Gleichzeitig wird die soziopolitische und sozioökonomische Einbettung von Desertec in den MENA-Ländern vermutlich nicht ohne hierarchische Steuerungsformen auskommen, insofern staatliche Administrationen sowie staatsnahe Energiekonzerne in die operative Umsetzung eingebunden werden müssen. Hier stoßen zwei nicht ohne Weiteres kombinierbare, im ungünstigsten Fall inkompatible institutionelle Steuerungsformen aufeinander. Dies trägt zu den Unwägbarkeiten bei, die die Realisierungschancen des Desertec-Projekts aus heutiger Sicht beeinträchtigen.

3.2 Die Pluralisierung des deutschen Stromsektors

Welche *Schlussfolgerungen zum Wandel netzgebundener Infrastruktursysteme* ergeben sich angesichts der skizzierten Entwicklungen? In der technikoziologischen Debatte um große technische Systeme ging man lange davon aus, dass Netzgebundenheit zu einer tendenziell einheitlichen Systemstruktur eng gekoppelter und hierarchisch gesteuerter Elemente führen müsse (Hughes 1987). Auch das Standardmodell des Mehrebenen-Ansatzes sieht vor, dass ein von innovativen Nischentechniken angestoßener Transformationsprozess im Erfolgsfall auf ein neues, wiederum tendenziell einheitliches soziotechnisches Regime hinausläuft (Genus/Coles 2008; Smith et al. 2010). Wir halten diese Annahme mit Blick auf die gegenwärtige Situation im deutschen Stromsektor für revisionsbedürftig. Anstelle der Entwicklung einer neuen dominanten Regimestruktur scheint vielmehr die dauerhafte *Koexistenz* unterschiedlicher Produktionsmodelle bzw. die Herausbildung einer „pluralen“ Regimestruktur möglich. Worauf stützt sich unsere Einschätzung?

Erstens spricht einiges dafür, dass der *Homogenisierungsdruck* netzgebundener Systeme zurückgeht. Folgt man *Mayntz/Schneider* (1995) und ihrer soziologischen Analyse technischer Infrastruktursysteme, so ist auch das großtechnische System der Elektrizitätsversorgung von einer gesamtgesellschaftlichen Entwicklung erfasst worden, die sich als Übergang von „hierarchischer Steuerung zu horizontaler Koordination“ und „netzwerkartigen Beziehungsmustern“ beschreiben lässt (ebd., S. 92, 98). Treibende Kraft sei ein wechselseitiger Prozess sich wandelnder politischer und unternehmerischer Governancestrukturen einerseits und sich entfaltender (informations-)technischer Möglichkeiten horizontaler Koordination von Infrastruktursystemen andererseits. Im deutschen Stromsektor beobachten wir gegenwärtig ein Nebeneinander von (traditionell) hierarchischen und (neueren) horizontalen Steuerungsformen. Erstere dominieren nach wie vor innerhalb des überkommenen zentralistischen, von Großkonzernen kontrollierten Systems der Stromversorgung aus fossilen und atomaren Großkraftwerken. Indes haben Formen horizontaler Koordination – im Sinne marktformiger Koordination – mit der Liberalisierung von Stromerzeugung, -transport und -handel an Bedeutung gewonnen. Überdies beruht die Expan-

sion des Ökostromsektors zum großen Teil auf Prozessen dezentraler Technikdiffusion in neu entstandenen Akteursnetzwerken und -szenen (Mautz et al. 2008, S. 65ff.). Mit dem wachsenden Anteil dezentral erzeugten Ökostroms haben nicht nur Formen kooperativer Interaktion innerhalb der Erneuerbare-Energien-Branche, sondern auch mit den Akteuren des traditionellen Stromregimes zugenommen: Die beiderseitige Verpflichtung zu technischen Systemdienstleistungen zugunsten höherer Netzsicherheit erfordert intensive Kooperationsbeziehungen, etwa in Fachgremien, in denen neue technische Standards vereinbart werden. Dies ist vermutlich erst der Anfang einer Entwicklung, in deren Verlauf die Kombination „alter“ und „neuer“ Systemkomponenten vorangetrieben wird: zum Beispiel Kombikraftwerke, bei denen dezentrale Ökostrom-Einspeiser und traditionelle Pumpspeichieranlagen technisch miteinander interagieren; oder der Ausbau „intelligenter Netze“, mit deren Hilfe die zentrale und dezentrale Stromerzeugung sowie Erzeugungs- und Verbrauchskurven insgesamt besser aufeinander abgestimmt werden könnten. Hier zeichnen sich Entwicklungen ab, die die Wahrnehmung eines drohenden technisch bedingten „Systemkonflikts“ zwischen hierarchisch gesteuerten zentralistischen Systemelementen und horizontal koordinierten dezentralen Elementen zumindest relativieren.

Ein *zweiter* Gesichtspunkt betrifft den *Wandel institutioneller Rahmenbedingungen*, die die Dominanz hierarchischer Steuerung im deutschen Stromsektor bisher gestützt haben. So sind die institutionellen Voraussetzungen, auf denen die marktbeherrschenden Geschäftsmodelle der Stromkonzerne beruhten, im Zuge der Liberalisierung und der Abschaffung staatlich garantierter Gebietsmonopole ungewisser geworden. Mit den politischen Auswirkungen der Fukushima-Katastrophe ist die bisher dominante Stellung der Stromkonzerne weiter geschwächt worden. Sie haben auch im konservativ-liberalen Spektrum der deutschen Politik einen erheblichen Teil ihres Rückhalts verloren und in der Frage des Atomausstiegs auch ihre Meinungsführerschaft im Branchenverband (BDEW) eingebüßt. Damit dürfte der Spielraum für alternative Produktionsmodelle insgesamt größer geworden sein, was den Prozess der Pluralisierung im Stromsektor intensivieren könnte. Dies könnte eine Entwicklung beschleunigen, die – wenn man einmal vom Desertec-Projekt absieht – schon seit Längerem auf die institutionelle Festigung alternativer Produktionsmodelle hinausläuft. So sind auf der politischen Makroebene – insbesondere mit dem Erneuerbare-Energien-Gesetz – institutionelle „Leitplanken“ geschaffen worden, die den Ausbau der Ökostromerzeugung ökonomisch tragfähig gemacht haben. Hinzu kommen Institutionalisierungsprozesse auf der Mesoebene, zum Beispiel die Entstehung von Innovationsnetzwerken, zivilgesellschaftlichen Erzeugerszenen und Stadtwerkeverbänden im Bereich der Stromeigenproduktion. Zu den unterstützenden Strukturen auf der Mesoebene zählen inzwischen auch einschlägige Verbandsaktivitäten, etwa von Landwirtschaftsverbänden, die die bäuerliche Bio-

gasnutzung propagieren, oder von Kommunalverbänden, die sich für den Ausbau des kommunalwirtschaftlichen Produktionsmodells stark machen. In die gleiche Kerbe schlagen heute etliche Städte und Gemeinden, die durch gezielte kommunalpolitische Weichenstellungen auf eine entsprechende Umsteuerung ihrer Stadtwerke drängen.

Kurz gesagt, beobachten wir derzeit einen institutionellen Wandel, der, so unsere Vermutung, einer dauerhaften Pluralisierung von Produktionsmodellen im Stromsektor den Weg bereiten könnte. Wir betrachten dies als eine durch unsere empirischen Untersuchungen begründete Hypothese, die durch weitere Forschungen zu überprüfen wäre. Dies erscheint uns nicht zuletzt deswegen notwendig zu sein, weil die gegenwärtige Situation im deutschen Stromsektor von einem hohen Maß an Offenheit gekennzeichnet ist. So beruhen die skizzierten Entwicklungen auf der Mesoebene zum Teil auf Prozessen gesellschaftlicher Selbstorganisation sowie auf Marktdynamiken, die sich zentraler politischer Makrosteuerung entziehen. Letztere wird dadurch aber keineswegs irrelevant werden, sondern auch in Zukunft – etwa in Fragen der Ökostromförderung, des Emissionshandels oder des Atomausstiegs – im hohen Maße darüber mitentscheiden, welche weiteren Entfaltungsmöglichkeiten alternative und ökologisch nachhaltigere Produktionsmodelle im Stromsektor haben werden. ■

LITERATUR

- Baedeker, H.** (2002): Leitbild und Netzwerk. Techniksoziologische Überlegungen zur Entwicklung des Stromverbundsystems, München
- Bauknecht, D./Voß, J.-P.** (2009): Network Regulation, in: Praetorius, B./Bauknecht, D./Cames, M./Fischer, C./Pehnt, M./Schumacher, K./Voß, J.-P.: Innovation for Sustainable Electricity Systems. Exploring the Dynamics of Energy Transitions, Heidelberg, S. 191–226
- Bontrup, H.-J./Marquardt, R.-M.** (2010): Kritisches Handbuch der deutschen Elektrizitätswirtschaft, Berlin
- Brand, K.W.** (1999): Transformation der Ökologiebewegung, in: Klein, A./Legendrand, H.-J./Leif, T. (Hrsg.): Neue soziale Bewegungen. Impulse, Bilanzen und Perspektiven, Opladen/Wiesbaden, S. 237–257
- Clausen, J.** (2004): Umsteuern oder Neugründen? Die Realisierung ökologischer Produktpolitik in Unternehmen, Norderstedt
- Geels, F.W.** (2004): From sectoral systems of innovations to social-technical systems. Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory, in: Research Policy 33 (6–7), S. 897–920
- Genus, A./Coles, A.-M.** (2008): Rethinking the multi-level perspective of technological transitions, in: Research Policy 37 (9), S. 1436–1445
- Greenpeace/Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW)** (Hrsg.) (2008): Investitionen der vier großen Energiekonzerne in Erneuerbare Energien. Bestand, Ziele und Planungen von E.on, RWE, EnBW und Vattenfall konzernweit und in Deutschland, Berlin
- Huber, J.** (2011): Ökologische Modernisierung und Umweltinnovation, in: Groß, M. (Hrsg.): Handbuch Umweltsoziologie, Wiesbaden, S. 279–302
- Hughes, T.P.** (1987): The Evolution of Large Technological Systems, in: Bijker, W. E./Hughes, T. P./Pinch, T. J. (Hrsg.): The Social Construction of Technological Systems, Cambridge, Mass., S. 51–82
- Hughes, T.P.** (1994): Technological Momentum, in: Marx, L./Smith, M. R. (Hrsg.): Does Technology Drive History? The Dilemma of Technological Determinism, Cambridge, Mass, S. 101–113
- Jänicke, M./Jacob, K.** (2008): Eine Dritte Industrielle Revolution? Wege aus der Krise ressourcenintensiven Wachstums, in: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Die Dritte Industrielle Revolution – Aufbruch in ein ökologisches Jahrhundert, Berlin, S. 10–31
- Jansen, D./Barnekow, S./Stoll, U.** (2007): Innovationsstrategien von Stadtwerken – lokale Stromversorger zwischen Liberalisierungsdruck und Nachhaltigkeitszielen, FÖV Discussion Papers (41), Speyer
- Janzing, B.** (2010): Innovationsentwicklung der Erneuerbaren Energien, in: Agentur für Erneuerbare Energien (Hrsg.): Renewes Spezial (37), Berlin
- Knies, G./Möller, U./Straub, M.** (Hrsg.) (2008): Clean Power from Deserts. The DESERTEC Concept for Energy, Water and Climate Security, Bonn
- Laville, J.-L./Nyssens, M.** (2001): The social enterprise: towards a theoretical socio-economic approach, in: Borzaga, C./Defourny, J. (Hrsg.): The Emergence of Social Enterprise, London, S. 312–332
- Leggewie, C./Welzer, H.** (2009): Das Ende der Welt, wie wir sie kannten. Klima, Zukunft und die Chancen der Demokratie, Frankfurt a. M.
- Leprich, U.** (2010): Renaissance der Stadtwerke?, in: Agentur für Erneuerbare Energien (Hrsg.): Kraftwerke für Jedermann. Chancen und Herausforderungen dezentraler erneuerbarer Energieversorgung, Berlin, S. 32–35
- Mautz, R./Byzio, A./Rosenbaum, W.** (2008): Auf dem Weg zur Energiewende. Die Entwicklung der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien in Deutschland, Göttingen
- Mayntz, R./Schneider, V.** (1995): Die Entwicklung technischer Infrastruktursysteme zwischen Steuerung und Selbstorganisation, in: Mayntz, R./Scharpf, F.W. (Hrsg.): Gesellschaftliche Selbstregulierung und politische Steuerung, Frankfurt a. M., S. 73–100
- Neuhäuser, K./Lormes, I.** (2010): Strategien von Stadtwerken – Status quo und Perspektiven. Eine Studie des Kompetenzzentrums für Öffentliche Wirtschaft und Daseinsvorsorge der Universität Leipzig und der smm managementberatung GmbH, Düsseldorf
- Otten, D.** (1986): Die Welt der Industrie. Entstehung und Entwicklung der modernen Industriegesellschaften, Bd. 2: Krise und Transformation, Hamburg
- Pankoke, E.** (2008): Solidarwirtschaft, in: Maurer, A. (Hrsg.): Handbuch der Wirtschaftssoziologie, Wiesbaden, S. 431–450
- Reiche, K.** (2009): Energiegeladen. Koordinaten einer zukunftsfähigen Klima- und Energiepolitik, Potsdam
- Reusswig, F.** (1994): Lebensstile und Ökologie, Frankfurt a. M.
- Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU)** (2009): Weichenstellungen für eine nachhaltige Stromversorgung. Thesenpapier, Berlin
- Scheer, H.** (2010): Der energetische Imperativ, München
- Schönwandt, C.** (2004): Sustainable Entrepreneurship im Sektor Erneuerbare Energien, München/Mering
- Smith, A./Voß, J.-P./Grin, J.** (2010): Innovation studies and sustainability transitions: The allure of the multi-level perspective and its challenges, in: Research Policy 39 (4), S. 435–448
- Weil, S.** (2010): Herausforderung für die Konzerne, in: Agentur für Erneuerbare Energien (Hrsg.): Kraftwerke für Jedermann. Chancen und Herausforderungen dezentraler erneuerbarer Energieversorgung, Berlin, S. 36–39
- Werle, R.** (2005): Institutionelle Analyse technischer Innovationen, in: Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie 57 (2), S. 308–332
- Wuppertal Institute/Centre de Recherche en Economie Appliquée pour le Développement (CREAD)** (Hrsg.) (2010): Algeria – A Future Supplier of Electricity from Renewable Energies for Europe? Study commissioned by Heinrich Böll Stiftung, Wuppertal

AUTOREN

RÜDIGER MAUTZ, Dr., wissenschaftlicher Mitarbeiter am Soziologischen Forschungsinstitut (SOFI) Göttingen. Arbeitsschwerpunkte: Umweltsoziologie, Technik- und Innovationsforschung.

@ rmautz@gwdg.de

WOLF ROSENBAUM, Dr., Professor im Ruhestand an der Georg-August-Universität Göttingen. Arbeitsschwerpunkte: Umwelt-, Wirtschafts- und Rechtssoziologie.

@ wrosenb@gwdg.de