

■ INNOVATION UND REGULIERUNG IM ELEKTRIZITÄTSSEKTOR

International werden Schritte zur Liberalisierung des Marktzutritts im Elektrizitätssektor vollzogen. Die Einführung von Wettbewerb auf monopolistisch organisierten Märkten stellt neue Anforderungen an den Regulierungsrahmen. Interventionen werden u. a. erforderlich, um umweltpolitische Ziele zu unterstützen, und können – wie die Beispiele in Großbritannien und Dänemark zeigen – auch technologiepolitisch bedeutsam sein. Effektivität und Effizienz neuer Regulierungsinstrumente können in einem dynamischen Lernprozeß verbessert werden.

Veränderungen der Marktstrukturen sowie Art und Ausmaß der Regulierung spielen eine entscheidende Rolle für die Wettbewerbsintensität auf den Märkten. Indirekt sind sie damit auch ein wichtiger Faktor für die Technologiewahl für Produktionsprozesse und beeinflussen sowohl Innovationsaktivitäten – etwa im Zusammenhang mit Ausrichtung und Ausmaß der (Weiter-)Entwicklung technologischen Wissens – als auch die Diffusion bzw. Ausbreitung und Anwendung neuer Technologien. Die Technologiepolitik steht deshalb in Sektoren mit bevorstehenden (umfangreichen) Änderungen des Wettbewerbsregimes wie z. B. Telekommunikation oder Elektrizität vor der Herausforderung, einerseits das Verständnis für den Zusammenhang von Wettbewerb, Regulierung und technologischem Wandel zu vertiefen, andererseits den Instrumenteneinsatz den geänderten Marktbedingungen anzupassen.

INTERNATIONALE ENTWICKLUNGEN

Im Elektrizitätssektor zeichnet sich international ein Trend zur Liberalisierung des Marktzutritts mit einer Reihe technologiepolitisch relevanter Folgewirkungen ab (vgl. *Lekander, 1997*). Länder wie Chile, Norwegen oder Großbritannien nehmen durch Strukturreformen (Preisreformen, zum Teil organisatorische Trennung der einzelnen Produktionsstufen Erzeugung, Übertragung, Verteilung und (End-)Versorgung, Einführung von Wettbewerb im Erzeugungsbereich, Privatisierung usw.) eine Vorreiterrolle ein. Auch die Energiepolitik der EU schenkt seit Anfang der neunziger Jahre der Schaffung von Wettbewerb auf den Energiemärkten mehr Augenmerk. So wurde noch im Dezember 1996 eine Richtlinie zur Schaffung eines wettbewerbsorientierten Umfeldes in einem europäischen Binnenmarkt für Elektrizität verabschiedet („Binnenmarktrichtlinie“, 96/92/EG). Die Umsetzung dieser Richtlinie bedeutet u. a. eine EU-weite schrittweise Liberali-

Der vorliegende Artikel faßt die Ergebnisse des tip-Workshops „Regulation and Innovative Activities: Part I – Electricity“ vom 25. Februar 1997 im WIFO zusammen (ein Tagungsband erscheint demnächst). Das Programm „tip – Technologie: Information, Politikberatung“ beruht auf einer Initiative der Bundesministerien für wirtschaftliche Angelegenheiten sowie für Wissenschaft und Verkehr und wird vom WIFO in Kooperation mit dem Forschungszentrum Seibersdorf durchgeführt. Der Autor dankt Kurt Kratena für wertvolle Anregungen und Hinweise.

sierung des Marktzutritts für Erzeugung und Versorgung, während sich regulierende Eingriffe vorwiegend auf die verbleibenden Monopolbereiche Übertragung und Verteilung beschränken¹⁾

Großbritannien richtete bei der Einführung von Wettbewerb im Elektrizitätssektor mit der Non-Fossil Fuel Obligation (NFFO) ein Instrument zur Förderung von Projekten auf Basis neuer erneuerbarer Energieträger ein, das derzeit ein Fördervolumen von 1% der Elektrizitätsumsätze ausmacht, ohne den Wettbewerb auf dem liberalisierten Markt zu verzerren. Auf dem österreichischen Elektrizitätsmarkt würde ein solches Instrument ein jährliches Fördervolumen von rund 500 Mill. S ergeben.

Die Auswirkungen der Einführung von Wettbewerb im Elektrizitätsbereich werden anhand erster nationaler Erfahrungen erkennbar²⁾. Als Voraussetzung für die Liberalisierung des Marktzutritts wird üblicherweise eine zumindest buchhalterische Trennung natürlicher Monopolbereiche (Betrieb der Netze für Übertragung und Verteilung) von den Produktionsstufen Erzeugung und Versorgungsdienstleistungen gesehen. Um den Regulierungsaufwand gering zu halten bzw. die Effektivität der Regulierung zu erhöhen, kann eine organisatorische Trennung (in voneinander unabhängige Unternehmen für Erzeugung und Netzbetrieb) eingefordert werden. Unter Wettbewerbsbedingungen ändern sich insbesondere im Bereich der Elektrizitätserzeugung die Rahmenbedingungen für die Preisbildung mit der Folge oftmals höherer Volatilität der Preise. *Lekander* (1997) weist im Zusammenhang mit Liberalisierung und Privatisierung insbesondere auf Verbesserungen für Kunden (Qualität und Preise) sowie auf Vorteile für Steuerzahler und Eigentümer (durch höhere Produktivität und Profitabilität) hin. So erreichte ein schwedisches Elektrizitätsunternehmen innerhalb von nur sechs Jahren ein Umsatzwachstum von 15% und eine Erhöhung der Gewinne (vor Steuern) um rund 300% bei gleichzeitiger Senkung des Beschäftigtenstands um etwa 30%

Für die Technologiepolitik besonders relevant sind im Zusammenhang mit dem neuen Wettbewerbsregime Auswirkungen auf die Technologiewahl sowie auf Forschung und Entwicklung. Wettbewerb begünstigt etwa in der Erzeugung den Einsatz von CCGT-Systemen

(combined cycle gas turbine), also die kombinierte Anwendung von Gasturbine und nachgeschalteter Dampfturbine (vgl. z. B. *Buxton*, 1992, *Watson – Mitchell*, 1996). Die Weiterentwicklung von CCGT trug allein in den letzten fünf Jahren zu einer Senkung der Systemkosten um rund 40% und (bei den besten Anlagen) zu einer Anhebung des Energieeffizienzgrades von etwa 45% auf fast 60% bei. Trotz Überkapazitäten in der Elektrizitätserzeugung und stagnierender Elektrizitätsnachfrage dominieren CCGT-Systeme den Markt für Ersatzinvestitionen und neue Kapazitäten infolge ihrer Überlegenheit gegenüber konventionellen Systemen (kürzere Vorlaufzeiten und Planungshorizonte bis zur Inbetriebnahme, Skalierbarkeit der Anlagengröße und Modularität, Kostencharakteristik, niedrigere Emissionswerte, Verfügbarkeit von billigem Erdgas usw.). Damit sinken aber auch die Chancen von Technologien auf Basis erneuerbarer Energieträger, in den Investitionsentscheidungen der Elektrizitätserzeuger berücksichtigt zu werden

Verstärkter Wettbewerbsdruck auf dem Elektrizitätsmarkt bedingt neue Anreizstrukturen für die einzelnen Akteure hin zu einer Reduktion der Kosten insgesamt, der Wahrnehmung gemeinwirtschaftlicher Aufgaben oder der Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten. *Lekander* (1997) weist darauf hin, daß einerseits die öffentlich finanzierten Forschungs- und Entwicklungsausgaben für Energietechnologien in den meisten OECD-Ländern sinken, andererseits die Wirkungen des Wettbewerbs auf die Forschungsausgaben der Elektrizitätsunternehmen noch genauerer Analysen bedürfen; einzelne Beispiele lassen sowohl einen Trend zur Reduktion der Forschungsausgaben im Zuge von Kostensenkungsprogrammen als auch zunehmendes Outsourcing von Forschung und Entwicklung vermuten. Darüber hinaus erscheinen vor allem Aktivitäten der Grundlagenforschung sowie die Entwicklung technologischer Lösungen mit längerfristiger Zielsetzung – etwa zur Reduktion umweltbelastender Energieerzeugung – gefährdet

Neben der Verstärkung durch die öffentliche Hand finanzierter Forschung und Entwicklung kommt der Gestaltung des Regulierungsrahmens für das neue Wettbewerbsumfeld der Elektrizitätserzeugung und -versorgung eine technologiepolitische Bedeutung zu. Regulierung kann die Entwicklung und Schaffung eines Marktes für neue erneuerbare Energiequellen stimulieren. Einerseits kann auf bestehende Instrumente (Einspeiseregulungen, Investitionsförderungen, differenzierte steuerliche Behandlung unterschiedlicher Energieträger und -technologien usw.) zurückgegriffen werden. Andererseits kann der Regulierungsrahmen den Erfordernissen einer stärkeren Preisdifferenzierung zwischen konventionell erzeugtem Strom und „grüner Elektrizität“ aus erneuerbaren Energiequellen angepaßt werden. Die

¹⁾ Siehe z. B. die Analyse in *Haberfellner* (1997)

²⁾ Eine detaillierte Darstellung der Auswirkungen des neuen Wettbewerbsregimes im britischen Elektrizitätssektor auf die einzelnen Akteure (Erzeuger, Versorger, Konsumenten, Aktionäre, Beschäftigte usw.) bringen *MacKerron – Watson* (1996).

schwedische Environment Protection Agency etwa hat ein Lizenzierungsverfahren für ein umweltfreundliches Elektrizitätsangebot entwickelt, mit der Folge, daß bereits 3% der Elektrizität mit einem Preisaufschlag von 15% als umweltfreundlich angeboten werden. Konsumenten erhalten in diesem Modell neue „Wahlmöglichkeiten“, einen Beitrag zum Umweltschutz zu leisten, während die Profitmargen für grüne Elektrizität rund doppelt so hoch sind wie für die konventionelle Stromproduktion und so Anreize zum verstärkten Angebot durch die Energieversorger setzen (Lekander, 1997).

LIBERALISIERUNG, REGULIERUNG UND INNOVATION AM BEISPIEL GROSSBRITANNIENS

Die Wirkungen von Marktzutrittsliberalisierung und Privatisierung sowie neue Möglichkeiten, das Regulierungsinstrumentarium im Sinne energie-, umwelt- und technologiepolitischer Ziele einzusetzen, werden am Beispiel Großbritanniens besonders deutlich. Die Erfahrungen seit den ersten Liberalisierungsschritten im Jahre 1990 zeigen jedenfalls zahlreiche Erfordernisse der Regulierung zur Unterstützung des Marktzutritts für neue Anbieter unter fairen Bedingungen, aber auch zur Verwirklichung von Zielen im Zusammenhang mit der Sicherstellung von gemeinwirtschaftlichen Leistungen (public service). Gemeinwirtschaftliche Leistungen wurden in einem Monopolregime mit öffentlichem Eigentum an sektordominierenden Versorgungsunternehmen vielfach implizit und diffus wahrgenommen. Gezielte Maßnahmen der Regulierung wie z. B. die Non-Fossil Fuel Obligation (NFFO) werden aber in Zukunft zur Stärkung der umweltpolitischen Komponente erforderlich und können durchaus kompatibel mit der Ausbreitung von Wettbewerb auf den Märkten implementiert werden.

Gezielte Maßnahmen der Regulierung wie z. B. die Non-Fossil Fuel Obligation (NFFO) werden in Zukunft zur Stärkung der umweltpolitischen Komponente erforderlich und können durchaus kompatibel mit der Ausbreitung von Wettbewerb auf den Märkten implementiert werden.

Gleichzeitig mit der Privatisierung der Elektrizitätswirtschaft in England und Wales wurden 1989/90 der Sektor reorganisiert und das Regulierungsregime neugestaltet³⁾. Anders als bei der Privatisierung von British

Gas (BG) im Jahre 1986 wurde zugunsten effektiver Regulierung eine Restrukturierung durch weitgehende, vertikale Desintegration bzw. Etablierung eigener Anbieter für einzelne Produktionsstufen vorgenommen. So dominierten 1989/90 National Power und Power Gen mit Marktanteilen von 48% und 30% zwar den dem Wettbewerb geöffneten Bereich der Elektrizitätserzeugung, wiesen allerdings keine Eigentumsverflechtungen mit den 12 regionalen Betreibern der Verteilnetze (Regional Electricity Companies – REC) auf; der Betrieb des nationalen Übertragungsnetzes wurde ebenfalls einer unter Monopolbedingungen agierenden Gesellschaft, der National Grid Company (NGC), übertragen. Wie in den bereits Mitte der achtziger Jahre privatisierten Infrastrukturbereichen Telekommunikation und Gas wurde auch für den Elektrizitätsbereich eine unabhängige Sektorregulierungsbehörde, das Office of Electricity Regulation (OFFER), eingerichtet.

In jenen Bereichen des Sektors, in denen natürliche Monopole vorliegen (Verteilungs- und Übertragungsnetze) oder in denen die Ausbildung von Wettbewerb erst am Anfang steht, betreffen regulatorische Eingriffe etwa die Preisbildung (price caps), die Qualität der Dienstleistung (z. B. standards of performance) oder die Erfüllung gemeinwirtschaftlicher Leistungen (Lizenzauflagen). Das Design des Regulierungsrahmens ist insgesamt flexibel genug, um sozial-, umwelt- oder technologiepolitische Ziele zu unterstützen, obwohl sich die Marktstruk-

Regulierungsmaßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz haben sich in Großbritannien bewährt. Die tatsächlichen Kosten der Projekte im Rahmen der „Energy Efficiency Standards of Performance“ machen nur 66% der ursprünglich angenommenen Kosten aus; nach Aussagen des Energy Saving Trust schaffen die Investitionen in Elektrizitätseinsparungen einen Nutzen in fünffacher Höhe.

turen laufend ändern und die Wettbewerbsintensität steigt. So etablierte das OFFER im Jahr 1994 „Energy Efficiency Standards of Performance“ (EESOP), die für jeden öffentlichen Elektrizitätsversorger (Public Electricity Supplier – PES) bestimmte Einsparziele vorgeben. Dabei werden organisatorische und technische Maßnahmen zur Senkung des Stromverbrauchs in Verbindung mit der Preisregulierung gesetzt; finanziert werden die Projekte über die Einhebung von 1 £ pro Konsument und Jahr. Für einen Fünfjahreszeitraum ergibt sich damit ein Finanzierungsvolumen von 102 Mill. £, das nach ersten Schätzungen zu einer Einsparung von insgesamt 6.100 GWh beiträgt. Die tatsächlichen Kosten zur Erzielung der Elektrizitätseinsparungen machen nur 66%

³⁾ Eine detaillierte Analyse bieten z. B. Surrey (1996), Green – Newberry (1997), Helm (1996), eine Darstellung der britischen Energiemärkte enthält DTI (1996), die vorliegende Darstellung folgt im wesentlichen Hartley (1997).

der ursprünglich angenommenen Kosten aus und nach Aussagen des Energy Saving Trust schaffen die Investitionen einen Nutzen durch Einsparungen in fünffacher Höhe (vgl. *Hartley*, 1997).

Die EESOP sind ein Beispiel dafür, daß durch entsprechenden Einsatz der Regulierungsinstrumente umweltpolitische Ziele der Energieeinsparung auch von an Absatzsteigerung interessierten Energieversorgern berücksichtigt werden. Gleichzeitig können diese Maßnahmen auch unter einem technologiepolitischen Blickwinkel verstanden werden: Die EESOP-Projekte bedeuten zwar nicht die Entwicklung oder Einführung von „Hochtechnologie“, eine innovatorische Komponente – in organisatorischer oder technischer Hinsicht – kommt aber zum Tragen. Darüber hinaus unterstützen diese regulatorischen Eingriffe die längerfristigen Ziele des Elektrizitätsregulierers OFFER zur Entwicklung eines Marktes für neue Energiedienstleistungen. Fraglich ist derzeit lediglich, wie die Ausbreitung von Energieeffizienzdienstleistungen bei zunehmendem Wettbewerb in der Elektrizitätsversorgung erreicht werden kann. Prinzipiell können diese Verpflichtungen für alle Versorger (nicht nur die PES) gelten, und die Finanzierung kann an der Elektrizitätsverteilung, also bei den Netzen und dem darüber transportierten Strom, ansetzen. Andernfalls ergäbe sich eine unfaire Wettbewerbsverzerrung zwischen den PES und ihren Mitbewerbern auf dem Versorgungsmarkt.

REGULIERUNG IN DER TECHNOLOGIE-POLITISCHEN PRAXIS AM BEISPIEL DER NFFO

Die Rahmenbedingungen für die Diffusion von Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energieträger wären in Großbritannien zum Zeitpunkt der Privatisierung des Elektrizitätssektors ohne regulatorische Eingriffe denkbar ungünstig gewesen. Die allmähliche Entwicklung von Wettbewerb im Gassektor Ende der achtziger Jahre sowie technologische Entwicklungen schufen die Voraussetzungen für einen vergleichsweise billigen Einsatz von Erdgas zur Elektrizitätserzeugung. War die Rolle von Erdgas als Energieträger zur Stromgewinnung 1990 nur unbedeutend, so wurden 1993 bereits 8,8% und 1995 beinahe 16% der nachgefragten Elektrizität auf Basis von CCGT-Systemen erzeugt (*DTI*, 1996). Die Vorbereitungen auf die Privatisierung machten aber auch die mangelnde Profitabilität der Kernenergie deutlich, und mit der Non-Fossil Fuel Obligation (NFFO) wurde ein Subventionsinstrument – für Kernenergie und erneuerbare Energieträger – geschaffen, das zudem umweltpolitische Erwägungen zur Reduktion der CO₂-Emissionen unterstützte. Darüber hinaus sollte die NFFO die Entwicklung eines Marktes für Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energieträger unterstützen und

die technologiepolitische Strategie zu Forschung, Entwicklung und Demonstration ergänzen⁴⁾.

Das Regulierungsinstrument der NFFO beruht auf der Verpflichtung der regionalen Elektrizitätsversorger zum Kauf einer bestimmten Menge nuklear oder aus erneuerbaren Energieträgern erzeugter Elektrizität. Die Erzeuger dieser Elektrizität erhalten von den abnehmenden Versorgern einen Sondertarif, der über dem Wettbewerbspreis liegt. Den Versorgern wiederum wird die Differenz zwischen Sondertarif und Wettbewerbspreis von der Non-Fossil Purchasing Agency (NFPA) refundiert, und zwar aus Mitteln der Fossil Fuel Levy (FFL), einer Steuer auf Elektrizität, die beim Endverbraucher eingehoben wird. Durch die FFL stehen jährlich insgesamt rund 1,105 Mrd. £ (1995/96), d. h. etwa 10% der gesamten Elektrizitätsumsätze für Förderungen zur Verfügung. Der Großteil der Mittel (1,010 Mrd. £) kommt der Atomenergie zugute, während der Anteil der Förderung von Projekten für erneuerbare Energieträger mit 95 Mill. £ derzeit nur 8,6% der Gesamtförderungen bzw. etwa 1% der britischen Elektrizitätsumsätze ausmacht. Die Förderung der Atomenergie erwies sich als nicht vereinbar mit den Zielen der EU zum Aufbau eines Binnenmarktes für Elektrizität und ist somit nur noch bis Ende 1998 zulässig; im Sommer 1993 stimmte aber die Europäische Kommission der Beibehaltung von NFFO und FFL zur Förderung von Projekten auf Basis erneuerbarer Energieträger zu.

Durch die kombinierte Anwendung von NFFO und FFL wird eine Quersubvention von fossil zu nichtfossil erzeugter Elektrizität erreicht, die als Korrektiv zu falschen Markt signalen interpretiert werden kann. Für die regulierende Intervention können insbesondere Argumente der Diversifizierung der Energieversorgung (Energieträgermix des Kraftwerksparks), des Aufbaus eines Marktes für Technologien in einem vorkommerziellen Stadium (insbesondere Technologien für erneuerbare Energieträger) sowie der Berücksichtigung von Externalitäten (Besteuerung der Emissionen fossiler Energieträger) geltend gemacht werden. Entscheidend für den Erfolg der NFFO ist, daß die gesetzlichen Grundlagen im Electricity Act 1989 flexibel genug sind, um ein organisatorisches und institutionelles Lernen mit diesem Regulierungsinstrument bzw. die Anpassung des Instruments an geänderte Rahmenbedingungen (Technologieentwicklung, Marktumfeld usw.) zu ermöglichen⁵⁾.

Im Gegensatz zu den in vielen Ländern üblichen Einspeiseregulungen enthält die NFFO einen wettbewerbsorientierten Selektionsmechanismus für durch

⁴⁾ Vgl. insbesondere die detaillierten Analysen von *Mitchell* (1995, 1997) bzw. einen kurzen Abriss in *Knoll* (1996).

⁵⁾ *Mitchell* (1997) bringt eine kritische Analyse der Wirkungen des Instrumentendesigns und zeigt die Änderungen und Verbesserungen im Verlauf der einzelnen Ausschreibungsrunden auf.

Sondertarife förderbare Projekte; innerhalb jedes Technologiebandes (z. B. Windenergie, Kleinwasserkraftwerke, Deponiegas, Klärgas, Biogas, Biomasse usw.) werden lediglich die Projekte mit dem niedrigsten Zuschußbedarf gefördert. Ausgangspunkt für die Projekte auf Basis erneuerbarer Energieträger sind sowohl umweltpolitische Ziele – etwa eine gewisse Kraftwerkskapazität ans Netz zu bringen⁹⁾ – als auch die technologiepolitische Motivation zum Technologietransfer bzw. zur kommerziellen Verwertung von Ergebnissen aus Forschung und Entwicklung. Kann mit der Festlegung von Kapazitätszielen in aufeinanderfolgenden Ausschreibungsrunden eine Abschätzung und Begrenzung des notwendigen Fördervolumens erreicht werden, so führt das Ausschreibungsmodell insgesamt zu einer Minimierung des erforderlichen Zuschußbedarfs. In den ersten vier Ausschreibungsrunden im Zeitraum von 1990 bis 1997 konnte eine deutliche Verbesserung der Kosteneffizienz der Projekte erzielt werden, was nicht zuletzt auf technologisches und organisatorisches Lernen der Projektbetreiber und eine Weiterentwicklung der Performance der verwendeten Technologien zurückzuführen ist. Im direkten Vergleich der NFFO3 (Ende 1994) mit der NFFO4 (Anfang 1997) war z. B. – gemessen am durchschnittlichen Angebotspreis – ein Rückgang der Elektrizitätserzeugungskosten von 0,0435 £ auf 0,0346 £ je kWh festzustellen.

Die ständige Senkung der Subventionskosten im Verlauf der NFFO-Ausschreibungen bestätigt auf die bisherige Effizienz des Instrumentariums und bedeutet insgesamt eine verhältnismäßig geringe Belastung der Konsumenten; derzeit machen die Kosten des Zuschusses rund 1% der gesamten Elektrizitätsumsätze aus, in den nächsten Jahren ist ein Anstieg auf etwa 1,5% bis 2% zu erwarten.

Gleichwohl zeigen die Erfahrungen mit der NFFO auch die Komplexität des adäquaten Einsatzes von regulatorischen Maßnahmen zur Erreichung umwelt- und technologiepolitischer Ziele (vgl. Mitchell, 1997). Bei der Durchführung der NFFO1 (1990) fehlte das Know-how für eine angemessene Bewertung der Kosten von Projekten auf Basis erneuerbarer Energieträger. Eine unzureichende Kontraktdauer für Förderungen (mit einer ursprünglichen Limitierung bis zum Jahre 1998) erwies sich als ungerechtfertigte Hürde für eine kommerziell gangbare Projektentwicklung im Rahmen der NFFO2 (1991); erst im Rahmen der NFFO3 (1994) wurde ein Kontrakt-

zeitraum von 15 Jahren festgelegt. Mit wachsender Erfahrung in der Entwicklung von Projekten und immer rascher sinkenden Systemkosten wurden im Zuge der dritten und der vierten Ausschreibung die Kapazitätsziele als problematisches Designelement ersichtlich. So erhielten im Rahmen der NFFO3 141 Projekte mit einer Gesamtkapazität von 627 MW einen Kontrakt, während 380 Projekte mit einer Leistung von 1.870 MW zurückgewiesen wurden. Für die NFFO4 wurden Projekte mit einer Leistung von insgesamt über 8,4 GW eingereicht, und nur 10% des Projektvolumens wurden mit einem Kontrakt ausgestattet. Insgesamt erwies sich die NFFO dank der Flexibilität von Instrumentendesign und -einsatz als effektiv für die Diffusion von Technologien auf Basis erneuerbarer Energieträger. Die ständige Senkung der Subventionskosten im Verlauf der Ausschreibungen bestätigt auch die bisherige Effizienz des Instrumentariums und bedeutet insgesamt eine verhältnismäßig geringe Belastung der Konsumenten; derzeit machen die Kosten des Zuschusses rund 1% der gesamten Elektrizitätsumsätze aus, in den nächsten Jahren ist ein Anstieg auf etwa 1,5% bis 2% zu erwarten.

TECHNOLOGIE UND REGULIERUNG AM BEISPIEL DER WINDENERGIE NUTZUNG IN DÄNEMARK

Die dänische Energiepolitik setzte in den letzten 20 Jahren zahlreiche Maßnahmen mit technologiepolitischer Bedeutung (vgl. Meyer, 1997). Zwischen 1975 und 1997 sind drei Phasen übergeordneter Zielsetzungen zu unterscheiden: Im Anschluß an den ersten Erdölpreisschock 1973/74 erhielt die Versorgungssicherheit höchste Priorität, sodaß bis Ende der siebziger Jahre der Erdölanteil in der Elektrizitätsgewinnung gesenkt und der Kohleeinsatz auf einen Anteil von rund 90% gesteigert wurde. In einer zweiten Phase ab Anfang der achtziger Jahre bis 1987 wurde die Verbesserung der Handelsbilanzposition zum bestimmenden Ziel; umweltpolitische Überlegungen traten im Laufe der neunziger Jahre in den Vordergrund. Sowohl im dritten dänischen Energieplan („Energy 2000“) aus dem Jahre 1990 als auch im vierten Energieplan („Energy 21“, 1996) wurden Nachhaltigkeit (sustainability) und CO₂-Reduktion als wesentliche Bestimmungsgrößen dänischer Energiepolitik etabliert. Über eine Steigerung der Energieeffizienz hinaus sollten mittel- und längerfristig erneuerbare Energieträger zur Versorgung verstärkt beitragen: Sie sollen im Jahre 2005 rund 12% bis 14% und im Jahre 2030 etwa 35% der dänischen Energienachfrage decken.

Meyer (1997) zeigt die Vielfalt der Maßnahmen zur Verbesserung der Position von Technologien für erneuerbare Energieträger auf. Dazu gehören insbesondere Steuern und Subventionen, Regulierungen, Forschungs- und Entwicklungsprogramme, Demonstrationspro-

⁹⁾ Zur Zeit sehen im Rahmen von 5 NFFO-Ausschreibungen Projekte auf Basis neuer erneuerbarer Energieträger bis zum Jahr 2000 eine Kapazität von etwa 1.500 MW vor.

gramme sowie öffentliche Test- und Zertifizierungsstellen Energiesteuern wie die CO₂-Steuer auf fossile Energieträger setzen beim Preisgefüge an und verbessern so die Marktchancen erneuerbarer Energieträger. Für auf Basis von Biomasse und Windenergie erzeugte Elektrizität gelten spezielle Einspeisetarife, die anhand der Erzeugungskosten von Kohlekraftwerken, einer Refundierung der CO₂-Steuer und eines Umweltbonus konzipiert wurden und insgesamt rund 0,088 \$ je kWh ausmachen. Investitionsförderungen werden für neue Technologien gewährt, bis sie eine gewisse Reife erreicht haben (derzeit z. B. in einer Höhe von 15% bis 30% für Sonnenkollektoren und Biogasanlagen). Die Regulierung sieht auch Vereinbarungen und Verpflichtungen der Energieversorger vor, u. a. Übereinkommen zur Verwendung von 1,2 Mill. t Stroh und 0,2 Mill. t Holz in der Elektrizitätsgewinnung sowie zwei Programme zum Aufbau einer Windenergiekapazität von je 100 MW. Die projektbezogene Unterstützung durch Forschungs- und Entwicklungsprogramme macht jährlich rund 23 Mill. \$ aus. Eine erste Teststelle für Windturbinen wurde bereits 1978 eröffnet; in der Folge wurden Test- und Zertifizierungsstellen für solare Heizsysteme, Wärmepumpen und Biomasseanlagen aufgebaut.

Das für die Etablierung von Systemen auf Basis erneuerbarer Energieträger eingesetzte Instrumentarium umfaßt in Dänemark also ein Maßnahmenbündel, das den gesamten Lebenszyklus einer Technologie – von den ersten Forschungsaktivitäten über Tests und Standardisierung der Produkte bis hin zum Aufbau eines Testmarktes – umfaßt. Die Verschränkung energie-, umwelt- und technologiepolitisch motivierter Maßnahmen wird an der Entwicklung der dänischen Windenergieindustrie besonders deutlich (Jørgensen, 1997⁷¹). Dabei war die Prioritätensetzung in der Energiepolitik eine der Grundvoraussetzungen zur Stimulierung der Technologieent-

Innerhalb eines abgeschotteten Teilssegments des Energiemarktes konkurrieren die einzelnen Akteure unter Quasi-Marktbedingungen; vom Ansatz her verzichtet diese Strategie einer marktbasierter Industrieentwicklungspolitik auf ein „picking the winners“ unter Technologien oder Unternehmen.

wicklung und zum Einsatz der Windenergie in Dänemark. Gemeinsam bildeten angebotseitige Maßnahmen – insbesondere Unterstützung von Forschung und Entwicklung – sowie auf der Nachfrageseite wirkende Subventionen und Regulierung einen „Inkubator für eine neue Branche“ Innerhalb eines abgeschotteten Teil-

segments des Energiemarktes konkurrieren die einzelnen Akteure unter Quasi-Marktbedingungen; vom Ansatz her verzichtet diese Strategie einer marktbasierter Industrieentwicklungspolitik auf ein „picking the winners“ unter Technologien oder Unternehmen (Jørgensen, 1997).

Die genauere Analyse der dänischen Entwicklung im Windenergiebereich macht aber deutlich, daß kein rational entwickeltes Ex-ante-Design (kein „Kochrezept“) für diese Technologiepolitik vorlag; dennoch erzeugten die Maßnahmen eine förderliche Entwicklungsumgebung für dänische Anbieter. Regulierung behielt sowohl in der Entwicklung von „standardisierten“ Produkten (z. B. durch Zertifizierung) als auch im Aufbau eines „Testmarktes“ für Technologien und Systeme in einer vorkommerziellen Phase der Produktentwicklung (etwa durch Investitionsförderungen und Einspeisetarife) eine technologiepolitische Bedeutung. Regulierung zum Aufbau eines heimischen Testmarktes unterstützte einerseits die Diffusion der neuen Technologien, indem sowohl traditionelle Energieversorger als auch neue Elektrizitätsanbieter Anreize für die Technologienutzung erhielten. Andererseits hat der Heimmarkt die Funktion eines Referenzmarktes, der zum nachhaltigen Exporterfolg dänischer Anbieter beiträgt.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Durch die Umsetzung der Binnenmarkttrichtlinie 96/92/EG steht auch in Österreich die Liberalisierung des Marktzutritts im Elektrizitätsbereich bevor. In Großbritannien etwa, das bereits Anfang der neunziger Jahre Maßnahmen der Liberalisierung und der Privatisierung setzte, wurde in den letzten Jahren ein Wettbewerbsmodell in Erzeugung und Versorgung weitgehend verwirklicht. Die Liberalisierung des Marktzutritts erforderte nicht nur die Einrichtung einer unabhängigen Regulierungsbehörde, sondern ließ dabei auch neue qualitative Erfordernisse der Regulierung entstehen, die wettbewerbs-, energie-, umwelt-, sozial- und konsumentenpolitische sowie technologiepolitische Komponenten aufweist. Insbesondere wurde deutlich, daß im Übergang von monopolistisch organisierten Märkten zu Wettbewerbsmärkten eine Korrektur des Marktmechanismus vorzunehmen ist, die der Steigerung der Energieeffizienz und der Diffusion von Technologien und Systemen auf Basis erneuerbarer Energieträger dient.

Im Zusammenhang mit erneuerbaren Energiequellen kommt sowohl im britischen als auch im dänischen Fall eine technologiepolitische Komponente staatlicher Intervention zum Ausdruck, sofern neue Instrumente der Regulierung über Maßnahmen zur Förderung von Forschung und Entwicklung hinaus größeres Gewicht auf die Diffusion neuer Technologien legen. Die Erfahrungen mit der Non-Fossil Fuel Obligation (NFFO) auf dem

⁷¹ Siehe auch die Analyse der Entwicklung der dänischen Windenergieindustrie von Karnøe – Garud (1997) sowie Meyer (1995).

liberalisierten britischen Elektrizitätsmarkt zeigen, daß die dynamische Entwicklung der Marktstrukturen und der Technologien eine laufende Verbesserung des Instrumentendesigns über mehrere Jahre erforderlich macht. Dabei sind allgemeine, zum Teil aber auch sehr spezifische Randbedingungen zu berücksichtigen. Allgemeine Anforderungen an das Regulierungsdesign sind etwa:

- Vermeidung ungleicher Belastungen zwischen künftig im Wettbewerb stehenden Unternehmen,
- Eindämmung der Kostenbelastungen für die Konsumenten insgesamt und Verhinderung der Diskriminierung durch die Verteilung der Belastungen zwischen verschiedenen Konsumentengruppen (Großkunden aus der Industrie bzw. private Haushalte),
- Sicherung bzw. Erweiterung des Anteils der Erzeugungskapazitäten mit niedrigem CO₂-Ausstoß,
- Weiterentwicklung von Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energieträger und Schaffung eines Testmarktes für Technologien und Systeme in einer überwiegend vorkommerziellen Entwicklungsstufe.

Spezifische Anforderungen an den Instrumenteneinsatz zeigen sich in den Anpassungen, die im Zuge der Ausschreibungen der NFFO seit 1990 gemacht wurden. Insbesondere ist eine Neutralisierung der Verhandlungsmacht sowohl von etablierten Elektrizitätserzeugern als auch der Betreiber von Projekten auf Basis erneuerbarer Energieträger bei gleichzeitiger Einbeziehung der jeweils verfügbaren Expertise vorzunehmen. Ein kosteneffizienter Instrumenteneinsatz (Verwaltungsaufwand, Mitnahmeeffekte) kann durch Ausschreibungen erreicht werden. Das Sammeln von Erfahrungen und eine regelmäßige Evaluierung der Regulierungswirkungen sollen zu Lerneffekten und Verbesserungen des Instrumenteneinsatzes genutzt werden. Die dynamische Anpassung des Instrumenteneinsatzes soll auf längere Sicht einen Verzicht auf Förderungen möglich machen.

Bestimmte Anforderungen an Projekte bzw. Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energieträger wären bei der Konzeption der Regulierung zu berücksichtigen. Das Förderungsdesign müßte Investitionssicherheit für die Projekte bei gleichzeitiger Vermeidung von „geförderten Investitionsruinen“ und Mitnahmeeffekten gewährleisten. Förderungen in Abhängigkeit von der Menge der eingespeisten Elektrizität wären somit einer reinen Investitionsförderung vorzuziehen. Die Gewährleistung eines garantierten Abnahmepreises für eine bestimmte Abnahmemenge über einen Zeitraum, der eine Amortisation des Projektes erlaubt (z. B. 15 Jahre wie im Falle der NFFO) würde sowohl für die Projektbetreiber als auch für Investoren (Fremdkapitalgeber) Investitionssicherheit schaffen. Über eine garantierte Abnahmemenge hinaus könnten Lieferungen zum aktuellen Wett-

bewerbspreis auf dem Markt eingespeist werden. Die Investitionsanreize für Projekte auf Basis erneuerbarer Energieträger sollten sich nicht auf neue Anbieter beschränken, sondern auch den traditionellen Anbietern, die langfristig über den Großteil der Erzeugungskapazitäten verfügen, Gelegenheit zu technologischem und organisatorischem Lernen mit diesen Technologien bieten. Die Einspeistarife sollten durch Differenzierung zwischen bestehenden und neuen Projekten sowie abhängig von der eingesetzten Technologie bzw. ihrer Reife bestimmt werden.

Besonders wichtig erscheinen Anreize zum Ausschöpfen des technologischen und organisatorischen Lernpotentials in den einzelnen Projekten sowie zur laufenden Verbesserung der in den Projekten eingesetzten Technologien. Ausschreibungsmechanismen können dabei eine besondere Rolle spielen und – wie das Beispiel der NFFO zeigt – den Subventionsbedarf verringern. Damit bleibt die Frage der Finanzierbarkeit solcher Fördermaßnahmen. Auch hier zeigt das Beispiel der NFFO, daß die Einführung von Wettbewerb auf den Märkten nicht das primäre Hindernis ist. Von einer gleichmäßigen Belastung aller Elektrizitätsversorger bzw. -konsumenten mit einer Abgabe zur Förderung erneuerbarer Energieträger im Ausmaß von 1% bis 2% der Stromumsätze gehen in Großbritannien keine gravierenden marktverzerrenden Folgewirkungen aus – die Belastung der britischen Marktpreise durch Subventionierung von Nuklearstrom macht fast das Zehnfache aus. Vor diesem Hintergrund ist ein von den österreichischen Elektrizitätsversorgern vorgeschlagenes Generalübereinkommen zur Förderung von Projekten auf Basis erneuerbarer Energieträger mit jährlich rund 140 Mill. S eher niedrig angesetzt. Bei einem Nettoumsatz⁸⁾ der heimischen Elektrizitätswirtschaft von rund 53 Mrd. S würde eine Belastung der Stromumsätze mit 1% ein jährliches Fördervolumen von rund 530 Mill. S ergeben.

LITERATURHINWEISE

- Buxton, R., „Gas Turbine Systems“, in *Grubb – Walker* (1992), S. 127–161.
- Department of Trade and Industry (DTI), *The Energy Report: Change and Opportunity*, HMSO, London, 1996.
- Green, R., Newberry, D. M., „Competition in the Electricity Industry in England and Wales“, *Oxford Review of Economic Policy*, 1997, 13 (1), S. 27–46.
- Grubb, M., Walker, J., *Emerging Energy Technologies: Impacts and Policy Implications*, The Royal Institute of International Affairs, Dartmouth Publishing, London, 1992.

⁸⁾ Die Differenz zwischen den Umsätzen aus der Abgabe elektrischer Energie (89,692 Mrd. S) und dem Fremdstrombezug (36,426 Mrd. S) ergab für die österreichische Elektrizitätswirtschaft 1994 netto einen Überschuß von 53,266 Mrd. S (ÖSTAT, 1996).

- Haberfellner, M., „Neue Formen der Erfüllung öffentlicher Aufgaben im Elektrizitätsbereich, Projektbericht, Wien, 1997 (mimeo)“.
- Hartley, N., „Technology Policy and the Regulation of the UK Electricity Industry“, in *Knoll* (1997)
- Helm, D. (Hrsg.), *British Energy Policy in the 1990s: Transition to the Competitive Market*, OXERA Press, Oxford, 1996
- Hunt, S., Shuttleworth, G., *Competition and Choice in Electricity*, John Wiley & Sons, Chichester, 1996
- Jørgensen, U., „Danish Energy and Technology Policies with Respect to Alternative Energy Sources and Innovation“, in *Knoll* (1997)
- Johansson, T. B., Kelly, H., Reddy, A., Williams, R. (Hrsg.), *Renewable Energy: Sources for Fuels and Electricity*, Earthscan, London, 1993
- Karnøe, P., Garud, R., „Path Creation and Dependence in the Danish Wind Turbine Field“, in Porac, J., Ventresca, M. (Hrsg.), *Social Construction of Industries and Markets*, Pergamon Press, 1997 (erscheint demnächst)
- Kettle, R., „The Non-Fossil Fuel Obligation: An initial Market for Renewables“, in *Knoll* (1997).
- Knoll, N., „Technology Policy, Regulation and Energy: Lessons from the UK“, *Kurswechsel*, 1996, (2), S. 67–75
- Knoll, N. (Hrsg.), *Regulation and Innovative Activities in the Electricity Supply Industry* Proceedings of the first tip Workshop on Regulation and Innovative Activities, WIFO, Wien, 1997 (erscheint demnächst).
- Lekander, P., „Patterns of Technological Change in a Competitive Electricity Industry: Implications for Public Policy“, in *Knoll* (1997)
- MacKerran, G., Watson, J., „The Winners and Losers so far“, in *Surrey* (1996), S. 185–212
- Meyer, N. I., „Danish Wind Power Development“, *Energy for Sustainable Development*, 1995, 2(1)
- Meyer, N. I., „Implications of Danish Regulatory Policies for Technologies Supporting Sustainable Energy Development“, in *Knoll* (1997)
- Mitchell, C., „The Renewable NFFO: A Review“, *Energy Policy*, 1995, 23(12), S. 1077–1091
- Mitchell, C., „The Renewable Non-Fossil Fuel Obligation: The Diffusion of Technology by Regulation“, in *Knoll* (1997)
- ÖSTAT, *Wirtschaftsstatistik 1994 der Elektrizitätsversorgungsunternehmen*, Wien, 1996.
- Stoneman, P., Karshenas, M., „The Diffusion of new Technology: Extensions to Theory and Evidence“, in *Swann* (1993), S. 177–200
- Surrey, J. (Hrsg.), *The British Electricity Experiment – Privatization: The Record, the Issues, the Lessons*, Earthscan, London, 1996
- Swann, P. (Hrsg.), *New Technologies and the Firm: Innovation and Competition*, Routledge, London, 1993
- Watson, J., Mitchell, C., „Independent Power Production in the UK – CCGTs and Renewables“, *ENER Bulletin*, 1996, (18/96), S. 125–142

Innovation and Regulation in the Electricity Supply Industry – Summary

Regulation is one of the key factors shaping both supply of and demand for new technologies and systems. Consequently, the regulatory framework for utilities can – although primarily focused on the introduction of competition – play an important role for technology and innovation policy. Especially, the diffusion of new renewable technologies hinges upon the creation of an appropriate regulatory framework, which inter alia supports technology policy objectives and strategies.

The liberalization of electricity markets has a number of implications for public policy. Early international evidence on the effects of competitive forces suggests that industry performance is improving, utilities have incentives to outsource or reduce R&D activities and some technologies become clear winners under a competitive regime.

Recent liberalization experience in the U.K. suggests that wider social and economic objectives can be

achieved through appropriate regulatory intervention. New regulatory instruments such as Energy Efficiency Standards of Performance (EESOPs) and the Non-Fossil Fuel Obligation (NFFO) can support environmental and innovation policy objectives. For example, the NFFO is utilized in the U.K. in order to support new renewable energy technologies. The NFFO experience suggests that design and continuous re-design of regulatory tools is necessary.

Danish energy policy has been promoting technological and institutional innovations over the last two decades. The most striking results have been achieved in the field of wind power, where Danish companies have gained a substantial share of the world market. An appropriate policy mix towards innovation and diffusion of renewables has to account for the implications of regulation and competition