

## **2 Neuere Erfahrungen mit Energieinnovationen im Hinblick auf die Energiewende**

### **2.1 Verordnete oder „forcierte“ Energiewenden sind schwierig und ungewöhnlich, aber nicht unmöglich**

Energiewenden sind Langzeitprozesse. Seit dem Aufstieg des Kohlekraft Ende des 18. Jahrhunderts ist das weltweite Energiesystem langsam aber stetig auf dem Weg zur Entkarbonisierung, erst mit der Ablösung der Biomasse durch Kohle, Öl und Gas, dann mit der Ablösung dieser drei untereinander als Referenzbrennstoff im Energiemix (Smil 2003). In den Jahrhunderten zwischen damals und heute ist die Menge der bei der Produktion einer Werteinheit (BIP) anfallenden CO<sub>2</sub>-Emissionen um durchschnittlich 1,3 Prozent pro Jahr zurückgegangen, in erster Linie infolge einer verbesserten Energieeffizienz und eben dieses Prozesses der einander ablösenden Referenzbrennstoffe (siehe Ausubel & Langford 1997; Grubler et al. 2002). Die Herausforderung ist nun, dieses Grundtempo der Entkarbonisierung zu steigern: den Umbau des weltweiten Energiesystems in ein CO<sub>2</sub>-ärmeres und schließlich CO<sub>2</sub>-freies oder CO<sub>2</sub>-negatives System zu beschleunigen.

Innovationen im Energiebereich geschehen ständig und in allen räumlichen und zeitlichen Dimensionen: Unternehmen und Individuen fällen täglich Entscheidungen, um ihre Verhältnisse zu verbessern; auf einer längeren Zeitskala nehmen Industrieunternehmen Investitionen vor und machen Regierungen Politik, und beides zusammen bestimmt die Gestalt einer die Kontinente übergreifenden Infrastruktur. Während das Innovationfiebert mit seinen kürzeren Zeitskalen oft am sichtbarsten ist und die Erwartung einer raschen Systemwende schüren kann, vollzieht sich die Herausbildung eines neuen Verhaltens im weltweiten Energiesystem in einem langsamen, viele Generationen überspannenden Rhythmus (Smil 2003).

Menschliche Gesellschaften haben zwei wichtige Energiewenden durchgemacht. Die erste war vor acht- bis zehntausend Jahren der Übergang von den Jäger-und-Sammler-Gesellschaften zu den sesshaften Ackerbaugesellschaften. Der auf Biomasse basierende Energieverbrauch ver Hundertfachte sich und stieg dann stetig weiter an (Haberl 2006). Die zweite Wende, die industrielle Revolution, begann vor rund zweihundert Jahren. Mit den kohlenwasserstoffhaltigen

Energiequellen – den fossilen Brennstoffen – stieg der fortgesetzte Biomasse-Verbrauch der Menschheit weiter an, hauptsächlich für Nahrungsmittel und Fasnern.

In dieser zweiten Energiewende ist im globalen Marktanteil der Primärenergie ein deutliches Muster zu erkennen. Der globale Energiemix verschiebt sich von einem CO<sub>2</sub>-reichen Mix mit geringer Energiedichte zu einem CO<sub>2</sub>-armen Mix mit hoher Energiedichte (Ausubel 1991). Diese Dynamik des weltweiten Energiesystems wird selten richtig erkannt, sonst wäre nicht so oft von *business as usual* die Rede, vom „gewohnten Gang“ aller Geschäfte, der ein statisches und unveränderliches Energiesystem suggeriert. Tatsächlich aber besteht für alle Player im System – Individuen, Unternehmen, Industrien, Regierungen – dieser „gewohnte Gang“ der Geschäfte in ständiger Innovation. Das Muster des Energiesystems, das wir beobachten, ist ein sich allmählich herausbildendes Kennzeichen dieser Gesamt-Innovationstätigkeit. Global gesehen läuft dieser Prozess auf einer multi-dekadischen Zeitskala ab.

Künftige Innovationsideen und künftige Innovationspolitik müssen mit dieser Multi-Skalen- Umwelt vereinbar sein und den langsamen Rhythmus der Veränderung im globalen Primärenergieverbrauch bewusst zur Kenntnis nehmen. Die derzeitige Energiewende der „industriellen Revolution“ begann um 1800. Bis sie zum Abschluss kommt, dürfte noch der Rest des 21. Jahrhunderts vergehen. Die dann lebende Weltbevölkerung von (nach UN-Prognosen) acht bis zehn Milliarden, die immer häufiger in dicht besiedelten Stadtregionen lebt, muss mit Primärenergie aus Quellen mit hoher Energiedichte und CO<sub>2</sub>-armen Eigenschaften versorgt werden. Und das könnte weniger schnell gehen, als manche sich wünschen. Auch wenn wir in diesem Papier nach Wegen suchen, diesen Prozess zu beschleunigen, so ist doch in Wahrheit unklar, wie sehr sich ein solcher langfristiger Prozess überhaupt beschleunigen lässt.

Natürlich können Regierungen versuchen, Energiewenden zu erzwingen. Beispiele für einen solchen verordneten Wandel sind die deutsche Energiewende und die US-amerikanische Einführung des *Renewable Portfolio Standard* (RPS, Regelungen, mit denen die Energieunternehmen verpflichtet werden, wachsende Anteile der von ihnen erzeugten Energie aus erneuerbaren Energiequellen zu beziehen). Die deutsche Energiewende steht für Deutschlands in sich einigermaßen widersprüchliche Festlegung auf eine Wende zu einer CO<sub>2</sub>-freien – und uranfreien – Zukunft, die mit einer Kombination aus Subventionen für Wind- und Solarenergie einerseits und Stilllegungen von Atomkraftwerken andererseits bewerkstelligt werden soll. In den USA erhalten Kraftwerke, die den Anforderungen des RPS genügen, produktions- und investitionsbezogene Steuergutschriften.

Wir behaupten nicht, dass verordnete Politik an sich bereits fehlschlagen muss. Es gibt beachtliche Erfolgsbeispiele, etwa Atominitiativen in Schweden

und Frankreich oder Erdwärme in Island, allesamt mit Entkarbonisierungsraten von jährlich 3%, die über ein Jahrzehnt oder länger konstant blieben. Aber sie profitierten jeweils von ungewöhnlichen und eher seltenen politischen Systemen (in Frankreich von der Zentralisierung, in Skandinavien vom sozialen Zusammenhalt). Die allgemeine Erfahrung legt eher den Schluss nahe, dass eine verordnete Klimapolitik oft ineffizient ist und manchmal unbeabsichtigte Folgen hat. In Deutschland hatte die massive Förderung der Anwendung von Wind- und Sonnenenergie kurzfristig den widersinnigen Effekt, dass die atomare und gasbasierte Stromerzeugung zugunsten der CO<sub>2</sub>-intensiveren kohlebasierten Stromerzeugung verdrängt wurde. Mit dem Rückgang der atomaren und gasbasierten Stromerzeugung nahm die stein- und braunkohlebasierte Stromerzeugung zu. Im Endergebnis blieb die Stromerzeugung aus fossilen Brennstoffen zwischen 2011 und 2012 netto unverändert. Es kann natürlich sein, dass die Deutschen dies mit Gleichmut hinnehmen, als eine weitere sonderbare Wendung auf den verschlungenen Wegen des speziellen Modells der Energiewende, das sie derzeit erkunden. Klar ist aber, dass die deutsche Energiewende bis jetzt noch keinen rentablen Sektor für erneuerbare Energien geschaffen hat, während die Verbraucher mit neuen Kosten belastet werden; und dass die auf diesem Wege gewonnenen Emissionseinsparungen durch den Effekt von billigerem Gas an anderer Stelle stark relativiert wurden (Lynas 2013).

In den Vereinigten Staaten erhöhte der staatlich verordnete RPS die Menge der nicht steuerbaren Energiequellen, deren Schwankungen durch konventionelle Stromerzeugung, gewöhnlich gasbasierte Kraftwerke, aufgefangen werden müssen (Sopinka & Pitt 2013). Je mehr nicht steuerbare Energiequellen im System dazukommen, desto schwieriger und desto teurer wird es, das Netz zuverlässig stabil zu halten, mit der Begleiterscheinung beträchtlich – und nicht-linear – steigender Managergehälter.

Es gibt noch mehr Beispiele für die Schwierigkeiten von verordneten Energiewenden. Um die Anwendung von bestehenden Technologien für erneuerbare Energien zu beschleunigen, versuchten die EU und einige nationale Regierungen, mit einer Mischung aus Gesetzgebung und Direktfinanzierung lukrative Märkte zu schaffen. Man wollte mit diesen Maßnahmen den favorisierten „Erneuerbaren“ einen Marktvorteil verschaffen und propagierte sie unter Berufung auf die „Fördermaximum“-Theorie, nach der die Preise für fossile Brennstoffe durch den weltweit wachsenden Bedarf und ein mögliches Produktions-„Maximum“ weiter steigen würden. Das Ergebnis war ein 3-*Billionen-Euro*-Terminkontrakt auf hohe Preise für fossile Brennstoffe – eine Wette, die seit 2009 kein Land der Welt mehr gewonnen hat, und schon gar nicht die USA (die von den Auswirkungen der Schiefergas-Ströme profitierten) (Atherton 2012).

Stattdessen war der Effekt all dieser Eingriffe ein Markt mit der Rechtsunsicherheit und dem Investorenverhalten, die typisch für Spekulationsblasen sind.<sup>7</sup> Spekulationsblasen zeichnen sich vor allem dadurch aus, dass Investoren in erster Linie auf individuelle Nutzenmaximierung durch *Rent-Seeking* aus sind: darauf, Profit statt aus der Wert- oder Mehrwertschöpfung aus der Manipulation der die Wirtschaftstätigkeit regulierenden sozialen oder politischen Rahmenbedingungen zu ziehen. Das Ergebnis einer solchen Verzerrung des Marktes ist ein „Einfrieren“ der favorisierten, aber noch nicht ausgereiften Technologien, weil der Anreiz zu Invention und Innovation durch konkurrierende Anreize wirkungslos gemacht wird.

So führten Europas großzügig gewährte Ertragszuschüsse für die Anwendung bestehender CO<sub>2</sub>-armer Technologien dazu, dass diese Industrien erlahmten. Unternehmen im subventionierten CO<sub>2</sub>-armen Sektor waren der chinesische Konkurrenz nicht gewachsen, die die europäischen Preise aus einer Reihe von Gründen unterbieten konnte, darunter flächendeckend niedrigere Löhne und – eine bitterböse Ironie – geringere Energiekosten aufgrund der Verfügbarkeit von billiger Kohle und straflos zu überschreitender Emissionsrechte. Tatsächlich spricht einiges dafür, dass es auf dem europäischen Markt für erneuerbare Energien ökonomisch weniger um die Verbesserung der Technologien ging als um die Sicherung von Landnutzungsänderungen und politisch garantierten, langfristigen Einkommensquellen.

Die klimapolitische Bedeutung dieser Dinge liegt auf der Hand, aber auch die sozialen Folgen verdienen unsere Aufmerksamkeit. Da die europäischen Industrien für erneuerbare Energien von Märkten abhängen, die das Ergebnis politischer Verfügungen sind, sind ihre Beschäftigten faktisch Staatsbedienstete, aber ohne die mit solchen Positionen gewöhnlich einhergehenden Sicherheiten. Wenn, was wahrscheinlich scheint, die Politik ökonomisch nicht tragfähig ist und nur noch radikale Kurskorrekturen helfen, sind diese Stellen jederzeit gefährdet.

## 2.2 Welche positiven Lehren lassen sich aus den zehn Jahren von 2003 bis 2013 ziehen?

Zwar hat die Politik zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen unter dem Strich zu keiner signifikanten Entkarbonisierung geführt – was auch durch den jüngsten Sachstandsbericht der Internationalen Energieagentur (*International Energy Agency*, IEA, 2013) bestätigt wird, demzufolge die CO<sub>2</sub>-Intensität der Weltwirtschaft in den letzten zwanzig Jahren praktisch gleich geblieben ist –, doch gab es

---

7 Siehe die berühmte Beschreibung eines solchen Verhaltens in Mackay (1841).

auch beachtliche Erfolge. Wichtiger aber ist, dass die Kosten nicht stark genug gesunken sind, um den betreffenden Sektoren auch nur mittelfristig eine realistische Chance zu bieten, sich von Subventionen unabhängig zu machen. (Subventionen, daran sei erinnert, bestehen nicht bloß aus direkten Ertragszuschüssen. Subventionen sind auch niedrige oder gar keine Anschlussgebühren und die Tatsache, dass die Einspeisungskosten für erneuerbare Energien fast immer – wie in Großbritannien – über das übrige System vergesellschaftet und umgelegt werden.)

Immerhin sind bei dem Experiment mit der verordneten Anwendung von CO<sub>2</sub>-armer Energie gewaltige Datenmengen in Bezug auf die Leistung und die Systemintegration von Technologien für erneuerbare Energien angefallen, insbesondere im Stromsektor (aber auch in den Bereichen Kraft- und Heizstoffe ist derzeit viel zu lernen). Obwohl ein Großteil der Informationen den Analysten noch nicht voll zugänglich ist, ist doch klar, dass Investoren wie Innovatoren von der vollen Offenlegung dieser Daten ungeheuer viel lernen können. Daher könnte eine der positiven Lehren aus diesem Experiment lauten, dass alle künftigen Entwicklungen, die über Verbrauchsabgaben oder über die Besteuerung von Energieerzeugnissen finanziert werden, vollkommen transparent sein müssen.

Die Bedeutung dieser Datenquelle sollte nicht unterschätzt werden. In den meisten Ländern und selbst in den seit langem bestehenden Demokratien waren bislang Geheimhaltung und Undurchsichtigkeit die hervorstechenden Merkmale des Energiesektors. Das Experiment der Treibhausgasreduzierung hat die Industrie mehr denn je dem prüfenden Blick der Öffentlichkeit ausgesetzt und einen Kontext geschaffen, in dem die Verbraucher Druck ausüben, um mehr über Ziele und Verhalten der Energieversorger und ihrer Aufsichtsbehörden zu erfahren. Dies ist eine einmalige Gelegenheit, eine bisher abgeschottete Industrie zur Öffnung zu zwingen, was letztlich der Invention und Innovation und damit dem Interesse der Allgemeinheit zugute kommt.

Wir meinen nämlich, dass sich trotz der üblichen Klagen von Regierungen und Nicht-Regierungsorganisationen über das mangelnde Bewusstsein der Öffentlichkeit in Sachen Klimawandel eine zweite positive Lehre aus den letzten zehn Jahren ziehen lässt, und diese Lehre lautet: Die Erfahrung dieser Jahre zeigt, dass sich innerhalb kurzer Zeit und mit den richtigen institutionellen Rahmenbedingungen und Anreizen eine Debatte auf bemerkenswert hohem Niveau entwickeln kann, jedenfalls beim Thema Energie. Die Ergebnisse dieser Diskussion sind nicht vorhersehbar, aber das ist ein Risiko, das bei weitem kleiner ist als der Gewinn, den eine Beteiligung möglichst vieler Köpfe bringt. Bei dieser außergewöhnlichen Entwicklung wird die Erhebung und Offenlegung von Daten eine zentrale Rolle spielen, einmal als Material für Investoren und Innovatoren, aber auch als Teil des Prozesses, mit dem sich die Politik die breite Zustimmung der Öffentlichkeit zu den notwendigen Veränderungen und Experimenten sichern

kann. Wir werden auf diesen Punkt im Zusammenhang mit unserem Verständnis einer „ambitionierten“ Klimapolitik weiter unten noch einmal zu sprechen kommen.

Auch sonst ist noch einiges Positive festzuhalten. Der Umbau von Systemen kann sehr schnell erfolgen, wenn die Anwender die Investition für lohnend halten. Tatsächlich gibt es gute Gründe zu meinen, dass sich die Anwendung einer Technologie, vorausgesetzt, sie ist nicht nur oberflächlich attraktiv, wirklich sehr schnell ausweiten lässt. Ein Beispiel dafür ist der Schiefergasabbau, auf den wir weiter unten noch in anderem Zusammenhang eingehen werden.

Interessant und wichtig ist auch, dass moderne Biomasse, so begrenzt ihre Nutzung letztlich sein mag, nichtsdestotrotz der derzeitige Schwergewichtler im Sektor der erneuerbaren Energien ist und ihren Weg fast unbemerkt von der Öffentlichkeit gemacht hat. Im Vereinigten Königreich zum Beispiel kamen, wie weiter oben schon bemerkt, mehr als die Hälfte aller zwischen 2002 und 2012 erzeugten „grünen“ Megawattstunden Strom aus Biomasse. Das Beispiel Biomasse zeigt außerdem, dass eine CO<sub>2</sub>-arme Technologie, die Bezahlbarkeit erreicht und das Problem der nicht steuerbaren Schwankungen bewältigt hat und damit wettbewerbsfähig geworden ist, das Wachstum auch bei anderen Technologien stimulieren könnte.

Ein dritter wichtiger positiver Trend der letzten zehn Jahre war, dass es bei Politikern und Entscheidungsträgern eine zunehmende Akzeptanz bezüglich der Notwendigkeit von Innovationen im Energiebereich gab. Zwar wird immer noch heftig darüber gestritten, was wichtiger ist, die Anwendung bestehender oder die Entwicklung neuer Technologien, doch der Gedanke, dass Innovationen im Energiebereich der Schlüssel zum Umgang mit dem Klimawandel seien, genießt weitreichende Unterstützung. Der politische Wind kann jederzeit drehen, aber zumindest derzeit scheint es in Bezug auf die Energieinnovation einen parteienübergreifenden Konsens zu geben, sodass es zu neuen und potentiell produktiven Allianzen kommt. In stark polarisierten politischen Systemen ist die Wahrscheinlichkeit, dass sich die Politiker auf Maßnahmen zur Verbesserung der Energietechnologie einigen, größer als bei anderen klimaorientierten Maßnahmen wie etwa der Festlegung von CO<sub>2</sub>-Preisen.

Ein gutes Beispiel ist die starke, von beiden Parteien getragene Unterstützung für die *Advanced Research Projects Agency – Energy* (ARPA-E, US-Bundesbehörde zur Förderung und Finanzierung von Forschung im Bereich fortschrittlicher Klimatechnologien), ein neu eingerichteter Zweig des US-Energieministeriums. Dieser Ansatz genießt nachhaltige Unterstützung über das gesamte politische Spektrum hinweg, weil er sich eine von allen US-Politikern geteilte Vorstellung zunutze macht: die Vorstellung von den USA als dem weltweit führenden Produzenten von innovativen Technologien. Anders als das amerikanische Emissionshandelsgesetz von 2009/2010, das sich selbst nach erhebli-

chen Zugeständnissen seiner Sponsoren und Befürworter nicht durchsetzen konnte, verkörpert ARPA-E den von allen Politikern und der Öffentlichkeit geteilten Wunsch nach einer wettbewerbsfähigen Industrie, nach nationaler Erneuerung und innovativer Grundlagenforschung.

Zugleich mit der Zunahme der politischen Unterstützung für Innovationen im Energiesektor begann man sich auch wissenschaftlich und technisch immer intensiver mit der Herausforderung der Entwicklung von CO<sub>2</sub>-armer Energie zu befassen. Dies lag teilweise an den verbesserten Finanzierungsmöglichkeiten, etwa durch Initiativen wie ARPA-E, vor allem aber an der vermehrten Finanzierung durch große Einrichtungen der Forschungsförderung wie die *National Science Foundation* in den USA, der *Engineering and Physical Sciences Research Council* (EOSRC) im Vereinigten Königreich und entsprechende Einrichtungen in anderen Ländern. Diese Finanzierung hat eine neue Generation von energiebezogenen Forschungsprojekten eingeleitet. Sie hat außerdem Wissenschaftler und Ingenieure aus einer ganzen Reihe von Disziplinen angezogen, von Computerbiologen, die das Wachstum von Algen modellieren, über Energiesystemtechniker, die an bedarfsgesteuerten Stromnetzen arbeiten, bis hin zu einer neuen Generation von Atomforschern, die fortschrittliche, passiv sichere Atomanlagen einschließlich Schnellen Brütern und *Small Modular Reactors* (SMR, kleine Reaktoren in Modulbauweise) entwickeln.

Eine weitere positive Entwicklung im Bereich der CO<sub>2</sub>-ärmeren Energien – und ein lehrreiches Beispiel dafür, wie innovative Technologien in großem Maßstab auf den Markt gebracht werden können – ist die Entwicklung einer Technologie zum Abbau großer Mengen Erdgas aus zuvor als unwirtschaftlich geltenden Schiefergasvorkommen, besonders in den Vereinigten Staaten.

Erdgas einschließlich Schiefergas ist als Brennstoff sauberer als Öl oder Kohle. Es kann effizienter verbrannt werden, mit signifikant reduzierten Treibhausgasemissionen pro erzeugte Kilowattstunde. Außerdem enthält es wenig Schwefel und produziert nicht die für Kohle oder Öl typischen Mengen an Ruß aus unvollständiger Verbrennung. Diese letzte Eigenschaft ist besonders wertvoll, spielt doch Ruß eine zunehmend eindeutige Rolle als lokaler Umweltschadstoff, Gesundheitsrisiko für die Menschen und als der Stoff, der durch Ablagerung auf dem Eis die Eisschmelze beschleunigt (Shindell 2012).

Die Substitution von Kohle durch Gas bei der Energieerzeugung ist relativ einfach, und der bei Gas erheblich geringere CO<sub>2</sub>-Ausstoß (rund 40% weniger) bedeutet, dass Gas – unter der Annahme minimaler natürlicher Gasverluste zwischen Quelle und Erzeuger – das Potential für eine signifikante Nettoerduktion der Emissionen hat.

Die Regierung der Vereinigten Staaten hat in den letzten zwanzig Jahren die institutionellen und rechtlichen Voraussetzungen für eine massive Ausweitung der Erschließung und des Abbaus von Schiefergasvorkommen geschaffen: eine



Kombination aus mit Bundesmitteln finanzierter geologischer Forschung, vorhandener GPS-Navigation (selber ein Nebenprodukt von staatlichen Verteidigungsinvestitionen), Public-Private-Partnerschaften bei Demonstrationsprojekten sowie FuE-Prioritätensetzung und -Nutzung durch das *American Gas Institute* (Trembath 2012). Weitere Faktoren, die ebenfalls zur Ausweitung beitrugen, sind die gesetzlichen Regelungen für den Landbesitz (in den USA sind Rohstoffvorkommen Eigentum der jeweiligen Landbesitzer), die Steuererleichterungen für unkonventionelle Technologien und die Freibeuterei der Aufschlussbohrungen zum Nachweis der ersten großen neuen Felder. In den letzten Jahren hat der Schiefergas-Boom neue und ungeahnte Höhen erreicht und dabei die Vereinigten Staaten verändert.

Zur Verblüffung derer, die schon gewohnheitsmäßig über die Vereinigten Staaten als den „Klimawandel-Paria“ herzogen, der sich weigerte, dem Kyoto-Protokoll beizutreten, waren die USA dank der Schiefergasrevolution in der Lage, ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen im Stromsektor zwischen 2005 und 2013 schneller zu reduzieren als alle anderen Länder der Welt. Sie liegen mit dieser Leistung weit vor der Europäischen Union, die so stolz auf ihre Führungsrolle in der globalen Klimapolitik war, aber deren aggressiv vorangetriebene „grüne“ Energiepolitik im Endeffekt, wie oben bereits bemerkt, kulturell, sozial und politisch – wie auch ökonomisch – eher kontraproduktiv gewesen sein dürfte: Auf die dogmatisch und kompromisslos vorgetragene These folgte – gut hegelianisch und vorhersehbarerweise – die entsprechende Antithese. Auch waren die direkt finanziellen und die Opportunitätskosten der Verfolgung dieser Optionen alles andere als vernachlässigbar. Und auch der Entmutigungseffekt, den ein ökonomisch nicht zwingendes Beispiel für die Entwicklungsländer hatte, sollte nicht zu gering veranschlagt werden.

Zudem kam es in den USA zu einer im Vergleich zu anderen Weltregionen einschließlich Chinas zu erheblichen Kostensenkung bei der Energie für industrielle Zwecke. Ein anfängliches Überangebot wird mittlerweile durch den Markt korrigiert; aber zu einem bestimmten Zeitpunkt im Jahre 2012 wurde Gas in den USA zu \$ 2 pro mmbtu (Millionen *British Thermal Units*, BTU) gehandelt und in Europa zu \$ 14 mmbtu – eine durch die Schwierigkeit und die Kosten des Erdgas transports nach Europa bis zum äußersten getriebene Spanne (US Energy Information Administration 2012b). Daraufhin begannen einige energieintensive Industrien, ihre Produktion in die USA zurück zu verlagern, und ihrem Kielwasser kamen Arbeitsplätze im Fertigungsbereich. Vorreiter war die Chemieindustrie, die zur Wiederbelebung von wirtschaftlich angeschlagenen Bundesstaaten wie Ohio beitrug (The Economist 2013b). Angesichts des riesigen Marktanteils der Kohle in der weltweiten Stromerzeugung – insbesondere in den großen Schwellenländern, wo die Zunahme des Energiebedarfs am größten sein dürfte – hatte die zunehmende Substitution von Kohle durch Gas den weiteren



Vorteil, dass sich die globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen erheblich verringerten. Dennoch sollte das Schiefergas nicht als *der* Brennstoff der Zukunft betrachtet werden: als die Endstation unserer globalen Energiewende. Es kann bestenfalls eine Brückenfunktion haben, indem es den Reichtum erzeugt und die öffentliche Zustimmung herbeiführt, mit denen es möglich sein wird, noch CO<sub>2</sub>-ärmeren Strom zu erzeugen.

Zusätzlich zur Verbesserung des CO<sub>2</sub>-Emissionsprofils der Vereinigten Staaten und zur Stärkung ihrer Wirtschaft hat die Entwicklung und Verbesserung der Technologie für den Schiefergasabbau noch einen weiteren Vorteil: Sie liefert Erkenntnisse, wie sich ähnlich rasche Fortschritte auch in anderen Bereichen anregen ließen. In den 1980er Jahren, als in der Privatwirtschaft wenig Forschung und Entwicklung betrieben wurde und die Risiken für die Industrie hoch waren, wurde in den Vereinigten Staaten die Investitionslücke – das „finstere Tal“ der Investitionen – mit Hilfe des staatlich geförderten *Eastern Gas Shales Project*, des staatlich koordinierten *Gas Research Institute* und der auf Bundesebene gewährten steuerlichen Anreize der 1980er und 1990er Jahre überbrückt und das Interesse und die Investitionsbereitschaft der Privatwirtschaft nachhaltig stimuliert. Das auf diese Weise geschaffene stabile politische Umfeld stärkte das Vertrauen der Innovatoren so weit, dass sie auch ihrerseits bereit waren, Anstrengung und Ressourcen zu investieren, und sorgte für die entscheidenden Investitionen im Frühstadium, die der Markt von sich aus vermutlich nicht hergegeben hätte (Trembath 2012).

Der ökonomische Ertrag dieser Anstrengungen war enorm. Die Staatsausgaben, die jahrzehntelang in die Schiefergasentwicklung geflossen waren, haben sich – in Form von mehr inländischer Energieerzeugung, geringeren Energiekosten, Konjunkturaufschwung und zusätzlichen Steuereinnahmen – selbst bei großzügigster Einschätzung um ein Vielfaches ausgezahlt. Schätzungen der jahrzehntelangen Schiefergasinvestitionen belaufen sich auf insgesamt über \$ 10 Milliarden, eingeschlossen \$ 473 Millionen FuE-Förderung, aber die direkten Gewinne, die Verbraucher in den USA aus der Schiefergasrevolution ziehen, werden mit über \$ 100 Milliarden pro Jahr veranschlagt (National Energy Technology Laboratory 2007; LaFeher 1993; Ames et al. 2012). Und dabei sind die erheblichen makroökonomischen Auswirkungen von kostengünstiger Energie und neuen Arbeitsplätzen oder die geopolitische Dividende, die sich ergibt, wenn ein größerer Anteil der Energie im Land selbst erzeugt wird, noch nicht einmal eingerechnet.

### 2.3 Was waren die größten Fehlschläge der zehn Jahre von 2003 bis 2013?

Die größte Schwachstelle der aktuellen politischen Mechanismen, das haben die Erfahrungen der letzten zehn Jahre gezeigt, ist die Tatsache, dass Entscheidungen über bestimmte Technologien von bürokratischen Präferenzen statt von wirklichkeitsnahen Erfahrungen bestimmt waren. Soweit technologische Initiativen mit dem Geld von Steuerzahlern oder Verbrauchern finanziert werden, sollte dieses Geld nicht verwendet werden, um einzelne Unternehmen oder Technologien zu fördern, sondern um zentrale technologische Plattformen zu unterstützen, etwa Testfelder, die auf keine bestimmte Technologie festgelegt sind, Grundlagenforschung und grundlegende FuE-Aktivitäten, Demonstrationsprojekte und wettbewerbsfähige, innovationsorientierte Anwendungssysteme (Jenkins et al. 2012; Eurelectric 2013).

Allgemeiner formuliert, ist es eine der wichtigsten Lehren, die sich aus den Experimenten der letzten zehn Jahre ziehen lassen, dass die Nichtbeachtung der ökonomischen Interessen der Verbraucher, ob in Industrie, Handel oder Haushalt, die internationale Klimapolitik insofern geschwächt hat, als sie das Vertrauen und den Widerstand dieser Verbraucher verstärkte. Im Vereinigten Königreich zum Beispiel gibt die Regierung jetzt zu, dass sich im Jahre 2020 die direkten Kosten ihrer Klimapolitik für die Verbraucher auf etwa £ 7,6 Milliarden jährlich belaufen werden (Government of the United Kingdom 2012), und die Details dieser Kosten sorgen inzwischen regelmäßig für Schlagzeilen in den Massenblättern (siehe z.B. McDermott 2013; Mendick & Malnick 2013). Damit riskiert man nicht nur aktuell einen Einbruch des Vertrauens der Öffentlichkeit, sondern potentiell den Verlust jedes Vertrauens in alle möglichen klimapolitischen Vorhaben. Eine Politik, die Rücksicht auf die ökonomischen Empfindlichkeiten der sie unterstützenden Bevölkerung nimmt, dürfte sehr viel eher in der Lage sein, Innovationen zu ermöglichen, die global von Bestand und attraktiv sind (eine Ausweitung der schlichten Wahrheit von Pielkes „Ehernem Gesetz“). Dies hat grundlegende Folgen für die Gestaltung der nationalen wie der internationalen Politik, und diesen Herausforderungen wollen wir uns nun zuwenden.

Der zündende Funke  
Innovationen fördern als Weg zu sauberer und  
bezahlbarer Energie für alle  
Stehr, N. (Hrsg.)  
2015, XX, 60 S., Softcover  
ISBN: 978-3-658-07547-7