

B KERNTHEMEN 2013

B 1 KOORDINATION VON KLIMA-, ENERGIE- UND INNOVATIONSPOLITIK

B 1–1 EINFÜHRUNG

Deutschland hat sich zu ambitionierten klima- und energiepolitischen Zielen verpflichtet (vgl. Tabelle 1). Im Zentrum steht dabei der Klimaschutz, d.h. die Reduktion des Ausstoßes von Treibhausgasen. Bis 2020 sollen die Treibhausgas-Emissionen gegenüber 1990 um 40 Prozent und bis 2050 um 80 bis 95 Prozent gesenkt werden. Neben expliziten Emissionsminderungsvorgaben werden auch energiepolitische Ziele wie der Ausbau der erneuerbaren Energien und die Steigerung der Energieeffizienz vorrangig aus Klimaschutzgründen abgeleitet. Es stellt sich für jedes dieser Ziele die Frage, wie sie gerechtfertigt und durch Regulierungsmaßnahmen umgesetzt werden.¹⁵³ Eine grundsätzliche ökonomische Rechtfertigung für Politikziele und Regulierung ist Marktversagen, d. h. eine Situation, in der die Koordination von Wirtschaftsaktivitäten über Märkte nicht zu einer gesellschaftlich wünschenswerten Allokation von Gütern und Ressourcen führt.

Erfolg und Akzeptanz klima- und energiepolitischer Regulierung hängen nicht zuletzt davon ab, dass die gesamtwirtschaftlichen Kosten zur Erreichung der Ziele möglichst gering gehalten werden: Regulierung sollte kosteneffizient sein und dabei Anreize zur Entwicklung kostensenkender technischer Innovationen sowie neuer Dienstleistungen und Geschäftsmodelle schaffen. Hierfür sollte klima- und energiepolitische Regulierung marktkonform gestaltet werden, d. h. an dezentralen Preismechanismen zur Koordination von Wirtschaftsaktivitäten ansetzen. Es gibt jedoch auch Rechtfertigungen für den Einsatz zusätzlicher innovationspolitischer Instrumente. Die Regulierungsbereiche von Klima-, Energie- und Innovationspolitik

können sich daher überschneiden. Daraus ergibt sich Koordinationsbedarf, um Synergien zu nutzen bzw. kontraproduktive Wechselwirkungen zu vermeiden.

Im Folgenden sollen die klima- und energiepolitischen Ziele sowie deren Umsetzung kritisch hinterfragt, die Notwendigkeit begleitender Innovationspolitiken überprüft und Koordinationbedarf für sich überlappende Regulierungsbereiche aufgezeigt werden.¹⁵⁴ Dazu werden die Bereiche der Klima- und Energiepolitik sowie der klima- und energiebezogenen Innovationspolitik zunächst isoliert betrachtet, bevor der Koordinationsbedarf für die drei Politikbereiche thematisiert wird.

KLIMAPOLITIK

B 1–2

1. Rechtfertigung für Klimapolitik

Klimapolitische Ziele haben eine klare wohlfahrtsökonomische Rechtfertigung: Emissionen von Treibhausgasen sind mit negativen Externalitäten (vgl. Box 8) verbunden. Es werden mehr Treibhausgase emittiert als wünschenswert. Der durch anthropogene Treibhausgas-Emissionen verursachte Klimawandel ist eine globale Herausforderung, die wegen fundamentaler Trittbrettfahrerprobleme auf internationaler Ebene bisher nicht gelöst werden konnte. Die EU versucht, über ambitionierte unilaterale Emissionsminderungsziele eine Vorreiterrolle einzunehmen und dadurch andere Staaten – vor allem auch wichtige Schwellenländer wie China oder Indien – mittelfristig zu verbindlicher Kooperation im globalen Klimaschutz zu bewegen.

Die EU sieht sich nicht nur als Vorreiter bei quantitativen Klimaschutzziele, sondern auch bei deren kosteneffizienter Umsetzung über marktkonforme Regulierung. Wichtig ist dabei die Unterscheidung

Klima- und energiepolitische Zielvorgaben gemäß dem Energiekonzept der Bundesregierung

TAB 01

	Klima	Erneuerbare Energien		Energieeffizienz ¹⁵⁵			
	Reduktion der Treibhausgas-Emissionen gegenüber 1990	Anteil am Bruttoendenergieverbrauch	Anteil am Bruttostromverbrauch	Senkung des Primärenergieverbrauchs gegenüber 2008	Senkung des Stromverbrauchs gegenüber 2008	Steigerung der Energieproduktivität bezogen auf den Endenergieverbrauch	Senkung des Endenergieverbrauchs im Verkehrsbereich gegenüber 2005
2020	40%	18%	35%	20%	10%	durchschnittlich 2,1% p.a.	10%
2030	55%	30%	50%	–	–		–
2040	70%	45%	65%	–	–		–
2050	80–95%	60%	80%	50%	25%		40%

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Hansjürgens (2012) basierend auf Bundesregierung (2010).

zwischen statischer und dynamischer Effizienz der Regulierung (vgl. Box 9). Die erfolgreiche Umsetzung der klima- und energiepolitischen Ziele der Bundesregierung – umgangssprachlich auch als Energiewende bezeichnet – hängt entscheidend davon ab, dass Kostenbelastungen möglichst gering gehalten werden.

Sofern es über die Treibhausgas-Externalität hinaus keine weiteren Tatbestände für Marktversagen gibt, existiert ein einfaches Kriterium für kosteneffiziente

Klimapolitik: der Ausgleich der Grenzvermeidungskosten über alle Emissionsquellen. Ist dieses Kriterium erfüllt, dann werden Emissionen dort vermieden, wo es am günstigsten ist. Als marktkonforme Instrumente kommen dafür Emissionssteuern oder handelbare Emissionszertifikate in Betracht.¹⁵⁶ Beide Instrumente signalisieren den Marktteilnehmern einen einheitlichen Preis für Emissionen, der zum Ausgleich der Grenzvermeidungskosten führt (vgl. Box 10).

BOX 08

Externalitäten von Treibhausgas-Emissionen

Externalitäten sind allgemein definiert als Auswirkungen wirtschaftlicher Aktivitäten auf Dritte, für die keine Kompensation geleistet wird. Durch menschliche Aktivitäten verursachte Treibhausgas-Emissionen führen zu negativen Externalitäten. So wird bei der Verbrennung von Öl, Kohle und Gas das Treibhausgas CO₂ emittiert. Erhöhte CO₂-Emissionen führen in der Atmosphäre zu einer Zunahme der CO₂-Konzentration, was den natürlichen Treibhauseffekt verstärkt und zur Erhöhung der mittleren globalen Temperatur führt. Als Folge der Erderwärmung bzw. des Klimawandels kommt es unter anderem zu einem Anstieg des Meeresspiegels und zu einer Häufung von extremen Wetterereignissen. Von den negativen Auswirkungen des Klimawandels wie Überschwemmungen oder Dürren sind weltweit viele Menschen betroffen. Weil dies im einzelwirtschaftlichen Kalkül von Treibhausgas-Emittenten nicht berücksichtigt wird, werden mehr Treibhausgase emittiert, als dies gesellschaftlich wünschenswert wäre.

Statische und dynamische Effizienz von Emissionsminderungspolitiken

Statische Effizienz: Statische Effizienz bedeutet, dass ein Emissionsminderungsziel bei gegebener Technologie zu geringstmöglichen Kosten erreicht wird. Dies ist dann der Fall, wenn die Kosten, die bei der Vermeidung einer weiteren Emissionseinheit entstehen, für alle Emittenten gleich hoch sind. In der regulatorischen Praxis müssen neben den direkten Kosten auch die Transaktionskosten – z. B. in Form von Informations- und Kontrollkosten – berücksichtigt werden.

Dynamische Effizienz: Das Kriterium der dynamischen Effizienz stellt darauf ab, dass ein Emissionsminderungsziel im Zeitverlauf zu minimalen Kosten erreicht wird. Von zentraler Bedeutung ist hierbei, inwieweit Anreize gesetzt werden, in neue Technologien zu investieren, um die Kosten der Emissionsvermeidung in der Zukunft zu verringern.

BOX 09

BOX 10

Emissionssteuern und Emissionshandel

Emissionssteuern: Bei einer Emissionssteuer wird jede Emissionseinheit an eine Geldleistungspflicht gebunden. Somit können die volkswirtschaftlichen Kosten von Emissionen in den Marktpreismechanismus integriert werden. Aktivitäten, die mit Emissionen verbunden sind, werden teurer. Wirtschaftsakteure werden in ihrem individuellen Kosten-Nutzen-Kalkül ihr Emissionsniveau so wählen, dass Kosten und Nutzen einer weiteren Emissionseinheit einander entsprechen. Das Erreichen vorgegebener Emissionsminderungsziele erfordert eine kontinuierliche Anpassung der Emissionssteuer an sich ändernde wirtschaftliche Rahmenbedingungen.

Emissionshandel: Beim Emissionshandel werden Zertifikate ausgegeben, die das Recht auf die Emission einer festgelegten Menge von Treibhausgasen verbrieft. So wird ein Unternehmen an den Emissionsbörsen Zertifikate kaufen, sofern die Kosten für das Zertifikat geringer sind als die damit erzielbaren Produktionserlöse. Ist es für ein Unternehmen kostengünstiger, die eigenen Emissionen zu reduzieren, als zusätzliche Zertifikate an der Börse zu erwerben, wird dieses Unternehmen seine Emissionen verringern und kann somit Zertifikate verkaufen. Aus diesem Zusammenspiel von Nachfrage- und Angebotsentscheidungen bildet sich ein einheitlicher Emissionspreis. Anders als bei der Emissionssteuer ist hier von vornherein die Menge der Emissionen absolut begrenzt.

2. Regulierung der CO₂-Emissionen: Analyse der Ist-Situation

Die Europäische Union hat im Jahr 2005 mit einem europäischen Emissionshandelssystem (*European Union Emissions Trading System* – EU ETS) ein marktkonformes Instrument eingeführt, um CO₂-Emissionen von energieintensiven Anlagen EU-weit kosteneffizient zu reduzieren (vgl. Box 11). Damit wurde erstmals ein Emissionshandel auf der zwischenstaatlichen Ebene etabliert. Ausgehend vom Emissionsniveau des Jahres 2005 wird das Emissionsbudget für den Emissionshandel bis zum Jahr 2020 um 21 Prozent gekürzt. Im Januar 2013 startete die dritte Handelsperiode, die bis Dezember 2020 andauern wird. Verschiedene Defizite der ersten beiden Handelsperioden (2005 bis 2007 bzw. 2008 bis 2012) wurden

Das Europäische Emissionshandelssystem

BOX 11

Mit dem *European Union Emissions Trading System* (EU ETS) führte die EU im Jahr 2005 einen Emissionshandel für ausgewählte energieintensive Industriebranchen ein.¹⁵⁷ In den ersten beiden Handelsperioden von 2005 bis 2007 bzw. 2008 bis 2012 wurden lediglich CO₂-Emissionen erfasst. In der dritten Handelsperiode (2013 bis 2020) unterliegen auch andere Treibhausgas-Emissionen den Regelungen des Emissionshandels. Die Unternehmen können seit Beginn der zweiten Handelsperiode zusätzliche Zertifikate durch projektbasierte Emissionsreduzierungen in Drittländern mittels des *Clean Development Mechanism* (CDM) oder *Joint Implementation* (JI) einkaufen. Damit sollen auch außerhalb der EU kostengünstige Emissionsvermeidungspotenziale genutzt werden.

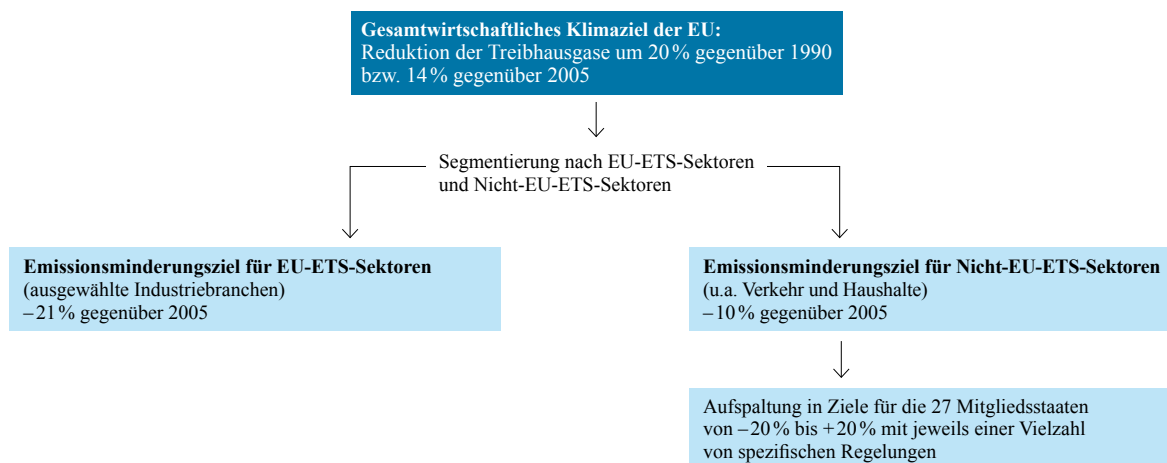
Die erste Handelsperiode (2005 bis 2007) war als Pilotphase konzipiert, die wegen einer großzügigen Ausstattung des EU ETS mit Emissionsrechten wenig restriktiv war, was zu sehr niedrigen Emissionspreisen führte. Das EU-ETS-Emissionsbudget wurde in den Anfangsphasen kostenlos an die Teilnehmer ausgegeben, um die durch die Emissionsregulierung hervorgerufene Kostenbelastung in diesen Industrien zu mindern und Akzeptanz für die Vorreiterrolle des europäischen Emissionshandels zu schaffen. In der dritten Handelsperiode werden die Emissionsrechte zum größten Teil an der Börse versteigert – die Einnahmen fließen nach einem fixen Verteilungsschlüssel den EU-Mitgliedsstaaten zu. Besonders energie- und handelsintensive Branchen sollen weiterhin Zertifikate kostenlos erhalten, um sie vor einem zu starken Verlust ihrer internationalen Wettbewerbsfähigkeit zu schützen. Hintergrund ist, dass die EU ein begrenzter Wirtschaftsraum ist, Treibhauseffekte aber globaler Natur sind. Es besteht deshalb die Gefahr der kontraproduktiven Verlagerung von Emissionen (sog. *emission leakage*) in Länder ohne entsprechende Emissionsregulierung.

behalten oder zumindest abgeschwächt, gleichwohl besteht weiterhin Reformbedarf.

Folgende Kritikpunkte sind dabei zu berücksichtigen:
– Das EU ETS deckt gegenwärtig nur etwa die Hälfte der EU-Treibhausgas-Emissionen ab.¹⁵⁸ Die nicht

Segmentierung des EU-Klimaziels

ABB 01



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an EU (2009).

in das EU ETS eingebundenen Emissionsquellen unterliegen der Kontrolle der einzelnen Mitgliedsstaaten. Diese müssen für die Nicht-EU-ETS-Sektoren im Zeitraum von 2005 bis 2020 eine Emissionsminderung von durchschnittlich 10 Prozent erbringen,¹⁵⁹ damit die EU ihr übergeordnetes Klimaziel von 20 Prozent gegenüber dem Emissionsniveau von 1990 erreicht (vgl. Abbildung 1). In der Praxis gibt es zur Minderung der Emissionen außerhalb des EU ETS – zum Beispiel im Verkehrs- und Haushaltssektor – in jedem Mitgliedsstaat eine Vielzahl von spezifischen Regelungen, zu denen Effizienzstandards für Gebäude, Förderprogramme des öffentlichen Nahverkehrs, Energieverbrauchsabgaben oder Subventionen für erneuerbare Energien gehören. Zwischen diesen Regelungen gibt es keine direkte Verbindung. Deshalb unterscheiden sich die Grenzvermeidungskosten zwischen EU-ETS- und Nicht-EU-ETS-Sektoren sowie zwischen den einzelnen Nicht-EU-ETS-Sektoren. Die Folge sind Effizienzverluste: Klimaschutz auf EU-Ebene wird teurer als notwendig.

- Die Preise für Emissionszertifikate im EU ETS liegen deutlich unter wissenschaftlichen Schätzungen für Schäden, die durch jede zusätzlich emittierte Tonne CO₂ verursacht werden¹⁶⁰ und internalisieren damit die negativen Externalitäten der Treibhausgas-Emissionen nicht vollständig.
- Die Effizienz der EU-Klimapolitik wird auch durch zahlreiche Energiesubventionen beeinträchtigt,

die nicht auf das Ziel einer Emissionsminderung ausgerichtet sind. So wirken Subventionen für spezifische fossile Energieträger einem aus Klimaschutzüberlegungen kosteneffizienten Energieträger-Mix entgegen.

- In der aktuellen Ausgestaltung des EU ETS wird dynamische Effizienz nicht gewährleistet. Für den Fall, dass Emissionspreise erheblich schwanken und politische Minderungsziele im Zeitverlauf unsicher sind, setzen risikoaverse Akteure (siehe Box 12) im EU ETS eher auf etablierte

Risikoaversion

BOX 12

Investitionen sind stets mit Risiken¹⁶¹ verbunden – etwa Absatz- und Kundenrisiken, Preisrisiken, aber auch politische Risiken. Während sich risikoneutrale Investoren ausschließlich an der erwarteten Rendite orientieren, sind risikoaverse Investoren bereit, für ein höheres Maß an Sicherheit eine geringere erwartete Rendite in Kauf zu nehmen. Dem liegt zugrunde, dass ein möglicher Verlust stärker gewichtet wird als ein möglicher Gewinn von gleicher Höhe und Wahrscheinlichkeit. Wenn Risiken vorliegen, führt risikoaverses Verhalten der Akteure dazu, dass sozial wünschenswerte private Investitionen unterbleiben. Je stärker die Risiken ausgeprägt sind, desto größer wird das Problem der privaten Unterinvestition.

Vermeidungstechniken wie den Wechsel von Kohle- zu Gaskraftwerken und vernachlässigen langfristige wünschenswerte Investitionen in innovative, klimafreundliche Technologien.

Empirische Untersuchungen zu den Innovationseffekten des Emissionshandels deuten darauf hin, dass das EU ETS bisher keine starke Wirkung auf Entscheidungen über Forschung und Entwicklung (FuE) und das energieträgerspezifische Portfolio von Energieunternehmen hatte – nicht zuletzt wegen niedriger und stark schwankender Emissionspreise.¹⁶² So verbesserten die Stromerzeuger in erster Linie die Wirkungsgrade ihrer Erdgas- und Steinkohlekraftwerke. Begrenzt waren hingegen die Effekte auf den Einsatz erneuerbarer Energien und nachfrageseitige Energieeinsparungen sowie Investitionen in neue Technologien, z. B. zur Kohlendioxid-Abscheidung und -Speicherung. Der Emissionshandel kann zwar im EU-ETS-Bereich die kurzfristigen, wenig ambitionierten Emissionsminderungsziele kosteneffizient realisieren. Ohne verlässliche Anbindung an anspruchsvolle Emissionsminderungsziele drohen jedoch verstärkte Pfadabhängigkeiten zugunsten konventioneller (fossiler) Technologien, wodurch langfristig zu hohe Vermeidungskosten entstehen.

3. Reformansätze

Angesichts bestehender Defizite der deutschen bzw. europäischen Klimapolitik werden verschiedene Reformvorschläge diskutiert.

Die Effizienz der Klimapolitik könnte erhöht werden, indem alle Sektoren in den Emissionshandel einbezogen werden.¹⁶³ Der Marktpreismechanismus würde dann Anreize setzen, EU-weit über alle Treibhausgas-Emissionsquellen hinweg die günstigsten Vermeidungsoptionen zu nutzen – die aktuellen Zusatzkosten segmentierter sowie unkoordinierter Regulierungen würden entfallen. In der politischen Diskussion wird gegen diesen Vorschlag bisweilen eingewandt, dass die Ausweitung des Emissionshandels auf alle Emittenten hohe Transaktionskosten verursachen würde. Dies ließe sich aber vermeiden, wenn das Instrument am Anfang der Wertschöpfungskette ansetzen würde. Dann würden Transaktionskosten nur bei wenigen Importeuren bzw. Produzenten fossiler Energien im Inland anfallen. Durch entsprechende Kontrollen müsste sichergestellt werden, dass es auf Emissionsmärkten

mit wenigen zentralen Akteuren nicht zu Wettbewerbsverzerrungen durch Marktmacht kommt.

Die dynamischen Anreizwirkungen des EU ETS könnten durch Stabilisierung der Zertifikatpreise innerhalb eines Zielkorridors erhöht werden, der belastbare Schätzungen zu den langfristigen Klimaschäden von Treibhausgas-Emissionen widerspiegelt. Angesichts niedriger EU-ETS-Emissionspreise in der Vergangenheit zielen die Reformvorschläge vor allem darauf ab, die Preise zu stützen. Eine kurzfristig wirksame Maßnahme bestände darin, Zertifikate vom Markt zu nehmen (sogenannte *set asides*). Darüber hinaus werden als längerfristig wirkende Maßnahmen Mindestpreise diskutiert. Sollte der Marktpreis der Zertifikate unter den Mindestpreis fallen, würde dieser wie eine Steuer wirken. Ein praktischer Vorschlag, um Preisstabilität zu implementieren, beinhaltet die Einrichtung einer zentralen, unabhängigen Behörde. Diese soll das Angebot an Emissionsberechtigungen so steuern, dass sich der Zertifikatpreis auch bei wirtschaftlichen Verwerfungen innerhalb eines bestimmten Korridors bewegt.¹⁶⁴

Da die Anreize, in innovative Technologien der Emissionsminderung und -vermeidung zu investieren, durch fehlende Planungssicherheit und Risikoaversion der Unternehmen deutlich eingeschränkt werden können, empfiehlt der Sachverständigenrat für Umweltfragen, die klimapolitischen Ziele und die damit einhergehenden rechtlichen Vorgaben zumindest bis zum Jahr 2030 verbindlich weiterzuentwickeln.¹⁶⁵

ENERGIEPOLITIK

B 1–3

1. Rechtfertigung von Energiepolitik: Erneuerbare Energien und Energieeffizienz

Gäbe es neben den Externalitäten von Treibhausgas-Emissionen keine weiteren Tatbestände des Marktversagens, dann wäre jedwede Zielsetzung für erneuerbare Energien und Energieeffizienz kontraproduktiv oder im besten Fall überflüssig. Das Minderungsziel für Treibhausgas-Emissionen könnte durch ein einziges marktkonformes Regulierungsinstrument wie den umfassenden Emissionshandel statisch und dynamisch effizient erreicht werden. Über den Ausgleich von Grenzvermeidungskosten würde sich automatisch der kosteneffiziente Mix aller Treibhausgas-

Minderungsoptionen einstellen. Dazu zählen nicht nur die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien oder Verbesserungen der Energieeffizienz, sondern auch Innovationen in klimafreundlichen Technologien. Explizite Ziele für erneuerbare Energien oder Energieeffizienz, wie in den Strategien der Bundesregierung und der EU festgeschrieben, wären überflüssig, weil durch effiziente Klimapolitik ohnehin erreicht, oder sie wären kostspielig, weil mit zusätzlichen Anstrengungen verbunden. Im letzteren Fall wird das Energiesystem – gemessen am Treibhausgas-Minderungsziel – übermäßig stark auf erneuerbare Energien oder Energieeffizienz ausgelegt.

Neben den Externalitäten von Treibhausgas-Emissionen existieren aber weitere Formen von Marktversagen, die die dynamische Effizienz des Emissionshandels als alleiniges Instrument der Klimapolitik in Frage stellen und komplementäre Regulierungsmaßnahmen rechtfertigen können. Dazu gehören insbesondere Wissensspillover und Adoptionsexternalitäten (vgl. Box 13). Zudem bestehen Preisunsicherheiten, die bei risikoaversen Akteuren zu gesamtwirtschaftlich suboptimalen Investitionsanreizen führen können.¹⁶⁶ Dieses Problem ist im Energiebereich von besonderer Bedeutung: durch Unsicherheiten über langfristig verbindliche klima- und energiepolitische Ziele und deren regulatorische Umsetzung sowie einen vergleichsweise hohen Investitionsbedarf für FuE und lange Investitionszyklen von Energietechnologien.

Wegen Wissensspillover, Adoptionsexternalitäten und Preisunsicherheiten ist ein lediglich auf statische Effizienz ausgerichteter Emissionshandel nicht geeignet, das sogenannte *carbon lock-in* zu überwinden. Derzeit dominieren im Energiesystem Technologien, die auf der Nutzung fossiler Energieträger basieren und durch versunkene Investitionskosten sowie durch Skaleneffekte begünstigt werden. So profitieren etablierte Technologien nicht nur von kompatiblen Infrastrukturen, sondern auch von kumulierten Wissensbeständen sowie von sozialen und institutionellen Gewohnheiten und Strukturen. Es bestehen Pfadabhängigkeiten. Kostensenkende Skalen- und Lernkurveneffekte für neue Technologien sind zudem erst mittel- bis langfristig zu erwarten.

Aus industriepolitischer Sicht wird immer wieder argumentiert, dass die Förderung erneuerbarer Energien und der Energieeffizienz die Wettbewerbsfähigkeit der heimischen Industrie verbessern kann. Neben

Wissensspillover und Adoptionsexternalitäten

BOX 13

Wissensspillover: In Forschung und Innovation treten Externalitäten in Form von Wissensspillover auf. Wettbewerber können durch Inspektion innovativer Produkte und Prozesse an Wissen gelangen, ohne selbst die vollen Kosten für die Wissensproduktion tragen zu müssen. Umgekehrt bedeutet dies, dass Innovatoren nicht die vollen sozialen bzw. gesellschaftlichen Erträge ihrer Produkt- oder Prozessentwicklungen privatisieren können. Die privaten Erträge der Innovation weichen von den sozialen Erträgen ab und der Innovator wird daher aus gesellschaftlicher Sicht zu wenig in die Wissensproduktion investieren. Bei Energietechnologien kommt hinzu, dass die Patentierbarkeit wegen der Komplexität der Anlagen und der Vielfalt der beteiligten Akteure eingeschränkt ist und sich damit die Privatisierung von FuE-Renten schwierig gestaltet.¹⁶⁷

Adoptionsexternalitäten: Die Kosten, eine Technologie zu nutzen, können davon abhängen, wie viele andere Akteure diese Technologie bereits adoptiert haben. Nutzer, die neue Technologien frühzeitig übernehmen, stellen anderen Akteuren gegebenenfalls wertvolle Informationen über die Existenz, die Charakteristika und die Erfolgsbedingungen dieser Technologie zur Verfügung. Positive Effekte entstehen zudem, wenn durch zunehmende Erfahrung mit einer Technologie die (Produktions-)Kosten gesenkt werden können. Wenn Dritte von diesen Effekten profitieren, ohne eine ausreichende Kompensation zu leisten, liegen Adoptionsexternalitäten vor. Entwickler, Hersteller und erstmalige Anwender einer neuen Technologie können sich oft nicht die vollen Erträge des von ihnen generierten Wissens aneignen.¹⁶⁸ Adoptionsexternalitäten resultieren aus der Interaktion zwischen Technologieanbietern und -nutzern bzw. der Rückkopplung zwischen Technologie- und Marktentwicklung, die durch Investitionen eines Akteurs hervorgerufen und durch andere Akteure ohne Kompensation genutzt werden können.

Regulatorische Maßnahmen zum Ausgleich dieser Externalitäten sind u. a. die Stärkung bzw. Schaffung von Eigentumsrechten (u. a. durch Patente), direkte FuE-Subventionen, steuerliche Vergünstigungen für die Wissensproduktion oder Absatzförderung.

ordnungspolitischen Bedenken ist jedoch zweifelhaft, ob dadurch regulierungsinduzierte Kosten überkompensiert, zusätzliche Innovationsvorteile erschlossen und strategische Wettbewerbsvorteile realisiert werden können.

Ein weiteres Argument für die staatliche Förderung von erneuerbaren Energien sowie von Energieeffizienzverbesserungen folgt aus der Importabhängigkeit von fossilen Energieträgern. Deutschland ist in hohem Maße auf deren Einfuhr aus zum Teil politisch instabilen Regionen angewiesen. Zudem besteht bei eingeschränktem Wettbewerb auf internationalen Energiemärkten die Gefahr, wegen der Marktmacht von Anbietern zu hohe Energiepreise zahlen zu müssen. Regulatorische Eingriffe zur Verringerung der Importabhängigkeit können gerechtfertigt sein, falls Gegenmaßnahmen privater Akteure wie die Diversifizierung von Bezugsquellen oder Energieeinsparungen nicht mit dem volkswirtschaftlich wünschenswerten Vorsorgeniveau übereinstimmen. In der Praxis ist es jedoch schwierig, das Ausmaß solcher Abweichungen – z. B. als Folge unterschiedlicher Diskontierungsraten oder Risikopräferenzen¹⁶⁹ – zu bestimmen und zielkonforme Korrekturen durch hoheitliche Vorgaben abzuleiten.

Im Hinblick auf Energieeffizienz führen vor allem auch Informationsprobleme und institutionelle Barrieren zu Marktversagen: Energieeffizienzmaßnahmen, die aus volkswirtschaftlicher Sicht rentabel wären, werden nicht durchgeführt. Dies trifft insbesondere auf die energetische Sanierung des Gebäudebestands zu. Hauseigentümer bzw. Vermieter müssen Kosten aufwenden, um sich über mögliche Einsparpotenziale bzw. energieeffiziente Produkte und Technologien einschlägig zu informieren.¹⁷⁰ Risikoaverse Eigentümer halten sich bei großen Investitionssummen und langen Amortisationszeiten angesichts von Unsicherheiten bezüglich der Wirtschaftlichkeit der Investitionen zurück. Darüber hinaus sehen sich Hauseigentümer, insbesondere dann, wenn viele Einzelmaßnahmen erst im Rahmen einer umfassenden Sanierung sinnvoll umgesetzt werden können, möglicherweise Finanzierungsrestriktionen ausgesetzt. Zwischen dem Mieter und dem Vermieter kann es zu Koordinationsproblemen kommen, die als Vermieter-Mieter-Dilemma bezeichnet werden. Die Mieter möchten ihre Zahlungen als Summe aus Mietzins und Mietnebenkosten möglichst gering halten, sind jedoch nicht hinreichend über die Energieeffizienz eines Gebäudes informiert.

Die Vermieter haben wiederum mangelnde Anreize, Energieeffizienzmaßnahmen zu ergreifen, wenn sie nicht unmittelbar von den sinkenden Energiekosten profitieren bzw. die Investitionsaufwendungen aufgrund der Marktlage, aus rechtlichen Gründen oder wegen der unvollständigen Informationslage der Mieter nicht überwälzen können.¹⁷¹

Der gezielte Ausbau erneuerbarer Energien und die Verbesserung der Energieeffizienz werden aus Klimaschutzgründen häufig damit gerechtfertigt, dass das EU ETS nur einen Teil der gesamtwirtschaftlichen Treibhausgas-Emissionen erfasst. So werden z. B. die bei der Erzeugung von Heizwärme entstehenden Treibhausgase – mit Ausnahme der über Strom und Fernwärme generierten Heizwärme – nicht über den Emissionshandel reguliert. Offensichtlich könnte dieses Problem aber durch die Ausweitung des europäischen Emissionshandels auf alle Emissionsquellen verursachungsgerecht und kosteneffizient gelöst werden.

2. Erneuerbare Energien

2.1 Das EEG: Analyse der Ist-Situation

Der Ausbau der erneuerbaren Energien wird in Deutschland durch das Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG) geregelt (vgl. Box 14). Das auf dem Stromspeisungsgesetz von 1991 basierende EEG trat im Jahr 2000 in Kraft und wurde seitdem mehrfach novelliert. Die wesentlichen Strukturelemente des EEG sind die Verpflichtung der Netzbetreiber zum Netzanschluss, der Einspeisevorrang des Stroms aus erneuerbaren Energien gegenüber Strom aus konventionellen Energieträgern und die Einspeisevergütung bzw. eine optionale Marktprämie. Sowohl im Hinblick auf statische als auch im Hinblick auf dynamische Effizienz weist das EEG gravierende Mängel auf.

Statische Effizienz wäre dann gegeben, wenn der Ausbau erneuerbarer Energien über den Ausgleich der Grenzkosten der Erzeugung erfolgen würde, so dass die nächste Einheit an grünem Strom durch die günstigste Erzeugungsoption geliefert würde. Tatsächlich sind aber gemäß EEG die Einspeisevergütungen je nach verwendeter Technologie unterschiedlich, weshalb kein Grenzkostenausgleich stattfindet. Beispielsweise wird Solarstrom wesentlich höher

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)

Verpflichtung der Netzbetreiber zum Netzan-schluss: Netzbetreiber sind dazu verpflichtet, Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien an ihr Netz anzuschließen.¹⁷² Um die Abnahme, Übertragung und Verteilung des Stroms aus erneuerbaren Energien sicherzustellen, müssen sie gegebenenfalls ihre Netze ausbauen.¹⁷³

Einspeisevorrang des Stroms aus erneuerbaren Energien gegenüber Strom aus konventionellen Energieträgern: Der gesamte angebotene Strom aus erneuerbaren Energien ist von den Netzbetreibern vorrangig abzunehmen, zu übertragen und zu verteilen.¹⁷⁴ Die Netzbetreiber sind nur dann ausnahmsweise berechtigt, Einspeisemanagement zu betreiben, d.h. die Einspeiseleistung von Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien zu reduzieren, wenn ansonsten Netzengpässe entstünden oder die Sicherheit und Zuverlässigkeit des Elektrizitätsversorgungssystems gefährdet würde.¹⁷⁵ Wenn die Einspeisung von Strom aus Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien reduziert wird, sind die Anlagenbetreiber zu entschädigen.¹⁷⁶

Einspeisevergütung: Netzbetreiber müssen den Betreibern von Anlagen, die Strom aus erneuerbaren Energien erzeugen, eine Vergütung zahlen.¹⁷⁷ Dies gilt auch dann, wenn der Strom vor der Einspeisung ins Netz zwischengespeichert wurde.¹⁷⁸ Die konkreten Vergütungssätze sind im EEG festgelegt und variieren je nach Energiequelle.¹⁷⁹ Sie sind degressiv ausgestaltet, d.h. sie sinken jährlich für neu in

Betrieb genommene Anlagen.¹⁸⁰ Für den in einer Anlage erzeugten Strom bleibt die Vergütung aber für 20 Jahre konstant.¹⁸¹ Die Netzbetreiber müssen den Strom aus erneuerbaren Energien an den jeweils vorgelagerten Übertragungsnetzbetreiber weiterleiten.¹⁸² Dieser wiederum ist verpflichtet, die Netzbetreiber entsprechend zu vergüten.¹⁸³ Übertragungsnetzbetreiber, die überdurchschnittlich große Strommengen aus erneuerbaren Energien abnehmen müssen, haben gegenüber den anderen Übertragungsnetzbetreibern einen Ausgleichsanspruch.¹⁸⁴ Alle Übertragungsnetzbetreiber haben den EEG-Strom gemäß der Ausgleichsmechanismusverordnung (Ausgl-MechV) am Spotmarkt¹⁸⁵ der Strombörse zu verkaufen.¹⁸⁶ Zur Deckung des Fehlbetrags, der sich aus der Differenz der Einnahmen aus dem Verkauf an der Börse und der Ausgaben durch die gesetzlich festgelegte Einspeisevergütung ergibt, erheben die Übertragungsnetzbetreiber von jedem Elektrizitätsversorgungsunternehmen, das Letztverbraucher beliefert, je Kilowattstunde Strom einen Geldbetrag – die sogenannte EEG-Umlage.¹⁸⁷

Marktprämie: Anlagenbetreiber können auf die gesetzlich geregelte Einspeisevergütung verzichten und den Strom aus erneuerbaren Energien direkt vermarkten. Seit Januar 2012 sind sie dann berechtigt, vom Netzbetreiber eine Marktprämie zu verlangen.¹⁸⁸ Ob sie die gesetzlich garantierte Einspeisevergütung in Anspruch nehmen oder den erzeugten Strom direkt am *Day-ahead*-Markt¹⁸⁹ verkaufen, können die Anlagenbetreiber in jedem Kalendermonat neu entscheiden. Das Marktprämienmodell soll Anreize für eine bedarfsgerechte Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien setzen.¹⁹⁰

BOX 14

vergütet als Strom aus Windkraft, was dazu führt, dass zu viel Solarstrom produziert wird. Das Ausbauziel für die erneuerbaren Energien wird deshalb nicht mit dem kostenminimalen Technologie-Mix realisiert. Des Weiteren führte eine unbeschränkte Abnahmegarantie bei festen und hohen Einspeisevergütungen zu einem deutlich stärkeren Ausbau als ursprünglich angestrebt und damit zu erheblichen Mehrkosten.

Die Betreiber von Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien lassen bei ihrem Investitionskalkül die Kosten von notwendigen Zusatzinvestitionen in das Stromnetz außer Acht. Das EEG enthält keine Anreize, die Gesamtkosten aus Anlagenbau/-

-betrieb und aus Netzausbau/-betrieb zu minimieren. Zudem sind die Anreize für die Betreiber, nachfrageorientiert zu produzieren und in Speichertechnologien oder deren Erforschung zu investieren, gering. Zwar soll das im EEG eingeführte Marktprämienmodell die bedarfsgerechte Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien fördern. Die Marktprämie ist jedoch optional und Anlagenbetreiber können jeden Monat wieder zur Einspeisevergütung zurückkehren. Es ist daher zu befürchten, dass es vor allem zu Mitnahmeeffekten kommt und dadurch die Kosten des EEG noch weiter erhöht werden können.¹⁹¹ Zudem ist zweifelhaft, ob das Marktprämienmodell marktpreisgerechte Anpassungen bei der Einspeisung

anregen kann, da das Angebot von Strom aus erneuerbaren Energien – außer bei Strom aus Biomasse – sehr preisunelastisch ist. Die mangelnde Nachfrageorientierung des Angebots von Strom aus erneuerbaren Energien erhöht nicht nur die Kosten der Systemintegration, sondern gefährdet zudem die Versorgungssicherheit. Mehr Autarkie in der Stromversorgung durch den Einsatz erneuerbarer Energien setzt voraus, dass Strom bedarfsgerecht geliefert werden kann.

Unter dem Kriterium der dynamischen Effizienz lassen sich technologiespezifische Fördersätze im Grundsatz mit unterschiedlich stark ausgeprägten Adoptionsexternalitäten rechtfertigen. Allerdings sind die technologiespezifischen Einspeisevergütungen des EEG nicht auf technologiespezifische Adoptionsexternalitäten, sondern auf die jeweiligen Stromgestehungskosten abgestellt, was Investitionsanreize verzerrt.

Das EEG eröffnet durchaus Räume für inkrementelle Innovationen, da die Anlagenbetreiber Technologien nachfragen, bei denen das Verhältnis zwischen Produktionskosten und Einspeisevergütung pro produzierte Stromeinheit am vorteilhaftesten ist. Die Anreize des EEG für die Entwicklung radikaler Technologie-Innovationen sind jedoch gering, da die durch das EEG zugesicherte Vergütung auf der Basis der Durchschnittskosten der jeweiligen Technologien berechnet wird. Ein potenzieller Innovator verdient daher an einer (ex-post) kostengünstigeren neuen Technologie nur genauso viel wie an einer schon vorhandenen. Risikobehaftete Investitionen in technologische Neuerungen lohnen sich demnach nicht.¹⁹²

Der Gesetzgeber versucht, durch differenzierte Einspeisevergütungen noch nicht marktfähigen Technologien zum Durchbruch zu verhelfen. Aber auch als industriepolitisches Instrument hat das EEG versagt.¹⁹³ Dies manifestiert sich gegenwärtig in den

wirtschaftlichen Problemen der deutschen Solarindustrie. Statt den deutschen Unternehmen einen nachhaltigen Wettbewerbsvorsprung zu sichern, wird mittlerweile über das EEG im Wesentlichen der Import von Photovoltaik-Modulen ausländischer Hersteller gefördert.¹⁹⁴

Kostenträchtig und wenig zielgenau ist das EEG auch im Hinblick auf die Internalisierung von Wissensspillover, die in frühen Phasen des Innovationsgeschehens bzw. bei der Entwicklung wirklich neuer Technologien auftreten. Das EEG wirkt primär als Produktionssubvention für Strom und nicht als FuE-Förderung. Zwar haben mit dem massiven Ausbau erneuerbarer Energien auch die FuE-Aktivitäten absolut zugenommen; relativ gesehen haben sich die FuE-Aktivitäten jedoch deutlich abgeschwächt: So hat sich die FuE-Quote der deutschen Solarwirtschaft von knapp 4 Prozent im Jahr 2001 auf nur noch 1,6 Prozent im Jahr 2008 verringert. Insbesondere Firmen mit vergleichsweise ausgereiften Technologien sehen sich nur unter einem geringen Forschungsdruck. Indirekt hat das übermäßige Marktwachstum zu Markteintrittsbarrieren für weniger ausgereifte Technologien geführt und *Lock-in* Effekte zu Gunsten etablierter erneuerbarer Energietechnologien begünstigt.

Die explizite Förderung von erneuerbaren Energien wird zum Teil auch als Instrument der Treibhausgas-Minderung gerechtfertigt. Betrachtet man allerdings die mit dem EEG verbundenen CO₂-Vermeidungskosten, dann ist diese Regulierung weit von einer kosteneffizienten CO₂-Minderungspolitik entfernt. Die volkswirtschaftlichen CO₂-Vermeidungskosten der verschiedenen erneuerbaren Technologien differieren stark und liegen auch bei mittelfristiger Betrachtung in den meisten Fällen deutlich über den zu erwartenden CO₂-Preisen des Emissionshandels bzw. den Schätzungen für die Grenzkosten der Klima-Veränderung. Die höchsten Kosten fallen bei der

TAB 02 Schätzung der volkswirtschaftlichen CO₂-Vermeidungskosten in Euro je Tonne CO₂

	2010	2020	2030	2040	2050
Photovoltaik	387	161	163	169	177
Wind Onshore	59	42	57	55	71
Wind Offshore	107	88	64	49	56
Biomasse	120	116	140	148	154

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf ifo-Institut und FfE (2012).

Photovoltaik an – dies gilt auch für die nächsten Jahrzehnte (vgl. Tabelle 2). Die niedrigsten Vermeidungskosten sind derzeit bei der *Onshore*-Windenergie und ab 2040 bei der *Offshore*-Windenergie zu verzeichnen.

Verschiedentlich wird auch argumentiert, dass die Subventionierung der erneuerbaren Energien zu positiven Beschäftigungseffekten führt, da in dieser Branche Arbeitsplätze entstanden sind.¹⁹⁵ Die gesamtwirtschaftlichen Beschäftigungseffekte des EEG sind jedoch nicht eindeutig. Durch die EEG-Umlage wird die EEG-Förderung über höhere Strompreise von Unternehmen und privaten Haushalten finanziert. Dies führt zu weniger Konsum und Investitionen an anderer Stelle und damit zu negativen Beschäftigungseffekten. Zudem kann Energiepolitik kein Ersatz für arbeitsmarktpolitische Strategien zur Verringerung von Arbeitslosigkeit sein.

Ein weiteres Problem des EEG ist, dass seine Verteilungswirkungen regressiv sind. Da die Nachfrage nach Strom sehr preisunelastisch ist, werden einkommensschwache Haushalte vergleichsweise stärker belastet als einkommensstarke.¹⁹⁶ Dieser Verteilungseffekt wird dadurch verstärkt, dass Unternehmen des produzierenden Gewerbes mit hohem Stromverbrauch sowie Schienenbahnen nur eine reduzierte EEG-Umlage entrichten müssen, um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten.¹⁹⁷ Hieraus resultieren noch höhere Kostenbelastungen für alle anderen Stromverbraucher. Während einkommensschwache Haushalte durch die EEG-Umlage stärker belastet werden als einkommensstarke, profitieren die Empfänger der Subventionen für Photovoltaik auf Hausdächern, welche als Immobilienbesitzer eher einer wohlhabenderen Bevölkerungsschicht angehören, von den EEG-Zahlungen.¹⁹⁸

2.2 Reformansätze

Im Hinblick auf die Förderung von erneuerbaren Energien gibt es verschiedene Reformansätze.

Eng am bisherigen Fördersystem orientiert sich der Vorschlag, die zu fördernden Anlagen im Rahmen von Ausschreibungen zu bestimmen, ansonsten jedoch weiterhin für einen bestimmten Zeitraum staatlich festgelegte Vergütungssätze zu gewähren. Mit dem Ausschreibungsmodell könnte zumindest eine Kontrolle der Ausbaumengen einzelner erneuerbarer

Technologien gewährleistet werden. Bei einer marktwirtschaftlichen Auktionierung von technologiespezifischen Erzeugungskapazitäten wären Anreize zu Kosteneffizienz gewährleistet. Problematisch bleibt aber die konkrete Festlegung von technologiespezifischen Ausbauzielen.

Dies wäre bei Grünstromzertifikaten – wie jüngst auch vom Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (SVR) (vgl. Box 15) oder der Monopolkommission¹⁹⁹ propagiert – nicht der Fall. Hier werden die jeweiligen Beiträge von erneuerbaren Technologien zur Erreichung eines

SVR-Vorschlag zur Einführung von Grünstromzertifikaten²⁰⁰

BOX 15

Neuinstallierte Anlagen zur Produktion von Strom aus erneuerbaren Energien unterliegen nicht mehr dem EEG. Die Verpflichtung der Netzbetreiber zum Netzanschluss und der Einspeisevorrang bleiben erhalten. Die Anlagenbetreiber verkaufen ihren Strom an der Strombörse, wo sie mit Produzenten von Strom aus konventioneller Erzeugung konkurrieren, oder handeln mit Stromabnehmern langfristige Verträge aus. Zudem erhalten die Betreiber von Anlagen zur Produktion von Strom aus erneuerbaren Energien von ihrem Übertragungsnetzbetreiber für jede erzeugte und eingespeiste Einheit Strom sogenannte Grünstromzertifikate. Diese sind handelbar. Die Energieversorger sind dazu verpflichtet, eine – im Zeitverlauf steigende – Mindestquote ihres an die Endverbraucher gelieferten Stroms aus erneuerbaren Energien zu decken. Sie müssen für jeden Abrechnungszeitraum eine bestimmte Anzahl von Grünstromzertifikaten vorweisen, die sich aus der Mindestquote und der an die Endverbraucher insgesamt gelieferten Strommenge errechnet.

Die Grünstromzertifikate werden an Börsen gehandelt. Die Erzeuger von Strom aus erneuerbaren Energien verkaufen diese an die Energieversorger. Durch das Zusammenspiel aus Angebot und Nachfrage ergibt sich ein einheitlicher Marktpreis. Eine Differenzierung der Grünstromvergütung nach Technologien erfolgt nicht.

Im Rahmen eines harmonisierten Verfahrens wird der Handel mit Grünstromzertifikaten schließlich mit anderen europäischen Ländern koordiniert.

Gesamtziels über einen marktwirtschaftlichen Preismechanismus kosteneffizient bestimmt. Eine Reihe von Ländern und amerikanischen Bundesstaaten nutzt bereits Grünstromzertifikate, darunter die EU-Länder Großbritannien, Schweden, Polen, Belgien und Italien; die Niederlande planen, im Jahr 2015 Grünstromzertifikate einzuführen.

Der Handel mit Grünstromzertifikaten führt zu einem einheitlichen Preis, an dem sich alle Marktteilnehmer orientieren. Die Einnahmen der Erzeuger von Strom aus erneuerbaren Energien speisen sich gemäß dem Modell aus zwei Quellen.²⁰¹ Erstens erfolgt eine Vergütung über den Verkauf des Stroms zu Marktpreisen. Zweitens kommen Einnahmen aus dem Verkauf von Grünstromzertifikaten hinzu. Über den Strompreis gibt es einen unmittelbaren Anreiz zur nachfrageorientierten Einspeisung bzw. zu Investitionen in Speichertechnologien. Eine Erweiterung des Handels mit Grünstromzertifikaten auf andere EU-Mitgliedsstaaten würde zu weiteren Effizienzverbesserungen führen, da damit komparative Standortvorteile der unterschiedlichen europäischen Regionen nutzbar gemacht werden könnten (z. B. Sonnenenergie in Südeuropa und Windenergie von der Nordsee).

Bei der Einführung von Grünstromzertifikaten besteht zumindest anfänglich die Gefahr stark volatiler Preise, was risikoaverse Investoren abschrecken könnte.²⁰² Um Preisschwankungen abzumildern, sollte der Handel daher periodenübergreifend und auf Terminmärkten möglich sein. Weitere Gegenmaßnahmen sind die Einführung von Preiskorridoren sowie eine Laufzeitgarantie für Investoren über die Zertifikatberechtigung ihrer Anlagen.

Um Wissensspillover und Adoptionsexternalitäten zu berücksichtigen, sollte das Instrument der Grünstromzertifikate gemäß SVR von zusätzlichen Innovationsförderungen flankiert werden.²⁰³ Hierunter fallen der Ausbau der universitären und außeruniversitären Forschung sowie das Schaffen attraktiver Rahmenbedingungen für die private Forschung.

Alternativ zu einer strikten Trennung von Technologieförderung und Mengensteuerung durch Grünstromzertifikate könnten bei der Grünstromerzeugung sogenannte *Banding*-Multiplikatoren eingeführt werden.²⁰⁴ Bei diesem Ansatz erhalten erneuerbare Technologien mit höheren Erzeugungskosten mehr Grünstromzertifikate pro erzeugter Kilowattstunde. Gleichzeitig

werden die Zertifikate auf einem homogenen Zertifikatemarkt gehandelt. Allerdings muss der Staat bei der Einführung von *Banding*-Multiplikatoren – wie schon bei der Festlegung differenzierter Einspeisevergütungen im EEG – diskretionäre Entscheidungen über die Förderwürdigkeit alternativer Technologien der Grünstromerzeugung treffen.

3. Energieeffizienz

3.1 Analyse der Ist-Situation

Zur Steigerung der Energieeffizienz gibt es auf deutscher und europäischer Ebene eine Vielzahl von Steuern und Verordnungen. Neben der Einführung von Energiesteuern hat der Gesetzgeber unter anderem Effizienzstandards im Gebäude- und Verkehrsbereich, Ökodesign-Richtlinien für Elektrogeräte sowie Verbote von herkömmlichen Glühlampen und Nachspeicheröfen erlassen. Um den oben beschriebenen besonderen Informations- und Finanzierungsproblemen im Gebäudebereich sowie dem Vermieter-Mieter-Dilemma Rechnung zu tragen, gibt es spezifische Instrumente, die von finanziellen Fördermaßnahmen (wie KfW-Programme) und staatlich geförderten Informations- und Beratungsangeboten (u. a. Energieausweise) bis hin zu technischen Auflagen (Energieeinsparverordnung) und Mietrechtsänderungen reichen.

Ungeachtet der Sinnhaftigkeit von expliziten Energieeffizienzzielen sollte die Energiepolitik Anreize schaffen, Energiesparmaßnahmen dort umzusetzen, wo sie gesamtwirtschaftlich am günstigsten sind. Das gegenwärtige Sammelsurium an regelgebundenen und diskretionären Maßnahmen wird diesem Anspruch jedoch nicht gerecht. Insbesondere wird bei Standards und Verboten übersehen, dass durch die Einschränkung der Wahlfreiheit von Produzenten und Konsumenten erhebliche Wohlfahrtsverluste entstehen können. Darüber hinaus setzen Standards keine Anreize, die Energieeffizienz über das vorgeschriebene Maß hinaus zu erhöhen, und regen somit auch keine kontinuierlichen Innovationsaktivitäten an.

3.2 Reformansätze

Um möglichst günstig Energie einzusparen, bietet sich ein handelbares Quotensystem an, das die

Grenzkosten von verschiedenen Energieeinsparmaßnahmen ausgleicht.

Quotensysteme zur Energieeinsparung werden aktuell im Zusammenhang mit der neuen EU-weiten Energieeffizienzrichtlinie²⁰⁵ diskutiert. Gemäß dieser Richtlinie, die bis zum Frühjahr 2014 in nationales Recht umzusetzen ist, soll in jedem Mitgliedsstaat der Energieverbrauch der Endkunden um jährlich 1,5 Prozent des durchschnittlichen Jahresabsatzvolumens der Jahre 2010 bis 2012 sinken. Die Mitgliedsstaaten können dieses Ziel entweder über eine Energieeinsparquote für Energieverteiler bzw. Energieeinzelhandelsunternehmen oder über andere Maßnahmen²⁰⁶ realisieren. Quotensysteme zur Energieeinsparung existieren bereits in Frankreich, Großbritannien, Italien, Dänemark und in der Region Flandern. Hier werden die Energieversorgungsunternehmen verpflichtet, die vorgesehenen Energieeinsparungen zu erbringen und nachzuweisen. Für Energieeinsparmaßnahmen, die das Unternehmen bei den Verbrauchern durchführt, erhält es Zertifikate. Diese dienen als Nachweis, dass die Einsparung erreicht wurde, und können gehandelt werden.

B 1–4 INNOVATIONSPOLITIK

1. Rechtfertigung für Innovationspolitik

Ein funktionierendes, anreizkompatibles Innovationssystem ist zur effizienten Erreichung klima- und energiepolitischer Ziele unerlässlich.

In Innovationsprozessen kann es zu verschiedenen Arten von Marktversagen durch Wissensspillover und Adoptionsexternalitäten kommen. Diese sind im Energie- und Klimabereich von besonderer Bedeutung – nicht zuletzt wegen der sehr langen Investitionshorizonte und der damit verbundenen großen Unsicherheiten hinsichtlich der politischen Entwicklungen. Sie begründen, sowohl Forschung und Entwicklung als auch die Markteinführung und Diffusion neuer Technologien zu fördern.

In der praktischen Umsetzung ist Innovationspolitik allerdings eine sehr komplexe Aufgabe. Die Ableitung eines effizienten innovationspolitischen Instrumentenmixes ist analytisch kaum zu leisten. Vielmehr ist es notwendig, das Innovationssystem durch

Monitoring und Evaluationen regelmäßig kritisch zu prüfen und Anpassungen vorzunehmen.

Als Gründe für eine klima- und energiebezogene Innovationspolitik werden neben Marktversagen durch Wissensspillover und Adoptionsexternalitäten die Ziele Versorgungssicherheit und strategische Wettbewerbsvorteile für die deutsche Wirtschaft angeführt. Ein weiteres Argument ist, dass die Entwicklung

Zukunftsprojekte im Bedarfsfeld „Klima und Energie“²⁰⁷

BOX 16

Die CO₂-neutrale, energieeffiziente und klimaangepasste Stadt: Mit diesem Zukunftsprojekt verfolgt die Bundesregierung das Ziel einer Null-Emissions-Stadt. Ansatzpunkte sind die energetische Sanierung von Gebäuden und Produktionsanlagen, die zukünftige Gestaltung einer nachhaltigen Mobilität sowie der Ausbau intelligenter Energienetze. Bis 2020 sollen die ersten Städte mit Unterstützung der Bundesregierung CO₂-reduziert sein. Für die Umsetzung des Zukunftsprojekts „Die CO₂-neutrale, energieeffiziente und klimaangepasste Stadt“ sind bis zu 560 Millionen Euro vorgesehen.

Nachwachsende Rohstoffe als Alternative zum Öl: Im Rahmen dieses Zukunftsprojekts soll das Potenzial nachwachsender Rohstoffe als Alternative zum Öl erforscht werden. Ziel ist zum einen, die Nutzung von Biomasse zu steigern, ohne damit in Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion zu treten. Zum anderen sollen neue Prozesse zur vollständigen Nutzung von Biomasse etabliert werden. Das Budget des Zukunftsprojekts „Nachwachsende Rohstoffe als Alternative zum Öl“ liegt bei bis zu 570 Millionen Euro.

Intelligenter Umbau der Energieversorgung: Als notwendige Voraussetzung für das Erreichen ihrer klima- und energiepolitischen Zielvorgaben sieht die Bundesregierung Fortschritte in Wissenschaft und Forschung an. Vor diesem Hintergrund sollen die drei ressortübergreifenden Forschungsinitiativen „Energiespeicher“, „Netze“ und „Solares Bauen/Energieeffiziente Stadt“ verfolgt werden. Das für die Umsetzung des 6. Energieforschungsprogramms vorgesehene Budget von 3,5 Milliarden Euro wird zu großen Teilen für dieses Zukunftsprojekt verwendet.

innovativer, klimafreundlicher Technologien mittelfristig über Technologietransfers zu Emissionsminderungen in Ländern ohne strikte Klimapolitik führen kann und dadurch die (globale) Kosteneffizienz unilateraler Klimaschutzpolitiken erhöht.

2. Analyse der Ist-Situation

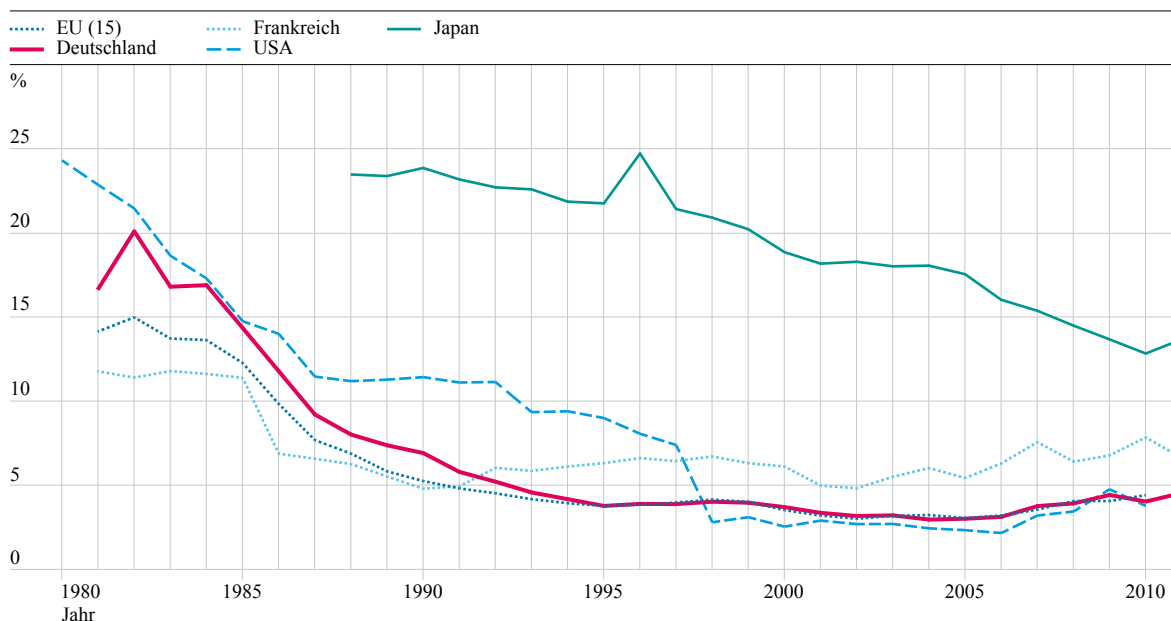
2.1 Hightech-Strategie 2020 und 6. Energieforschungsprogramm

Die Hightech-Strategie 2020 für Deutschland ist der zentrale Mechanismus der Bundesregierung, um die Förderung von Innovationen über alle Ressorts zu koordinieren.²⁰⁸ Bei der Hightech-Strategie steht neben Förderaspekten auch die Verbesserung der Rahmenbedingungen für Innovationen im Fokus. Sie ist missionsorientiert ausgerichtet und in fünf Bedarfsebenen untergliedert,²⁰⁹ zu denen auch das Bedarfsebene „Klima und Energie“ gehört.²¹⁰ Mit sogenannten Zukunftsprojekten sollen die wichtigsten Herausforderungen in den jeweiligen Bedarfsebenen angesprochen

und konkrete Ziele wissenschaftlicher, technologischer und gesellschaftlicher Entwicklungen über einen Zeitraum von zehn bis 15 Jahren verfolgt werden.²¹¹ Im Bedarfsebene „Klima und Energie“ wurden bisher drei Zukunftsprojekte formuliert (vgl. Box 16).

Für den Energiebereich hat die Bundesregierung die Grundlinien und Schwerpunkte ihrer Förderpolitik in dem im August 2011 vom Bundeskabinett verabschiedeten 6. Energieforschungsprogramm „Forschung für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung“ festgelegt.²¹² Das Programm wurde gemeinsam von BMWi, BMU, BMELV und BMBF unter Federführung des BMWi erarbeitet. Die Bundesregierung stellt für die Umsetzung des 6. Energieforschungsprogramms in den Jahren 2011 bis 2014 rund 3,5 Milliarden Euro zur Verfügung. Mit diesem Programm sollen drei wesentliche Ziele verfolgt werden. Erstes und wichtigstes Ziel ist, zur Erfüllung der energiewirtschaftlichen und klimapolitischen Vorgaben der Bundesregierung beizutragen. Dies beinhaltet die prioritäre Förderung der Energieeffizienz sowie den möglichst kostengünstigen

ABB 02 Öffentliche FuE-Ausgaben ausgewählter Länder für Energieforschung anteilig zu den Gesamtausgaben für zivile Forschung

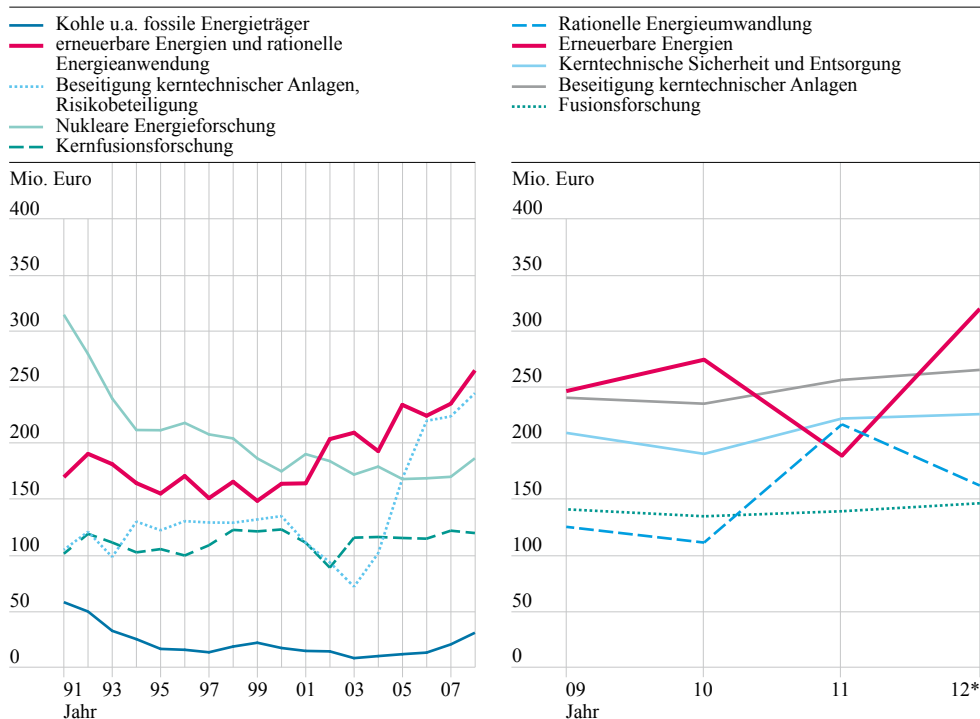


Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Berechnungen des ifo-Instituts; vgl. Rave et al. (2013).

Anmerkung: FuE-Ausgaben als GBAORD (*Government budget appropriations or outlays on R&D*) auf der Basis der Angaben der Mittelgeber (inklusive Zahlungen an ausländische Organisationen); Abgrenzung nach NABS 1992 (*Nomenclature for the analysis and comparison of scientific programmes and budgets*) bzw. ab 2007 NABS 2007; Daten für Japan erst ab 1988 verfügbar.

Gesamtausgaben des Bundes für Wissenschaft, Forschung und Entwicklung im Förderschwerpunkt Energieforschung und Energietechnologien in Millionen Euro

ABB 03

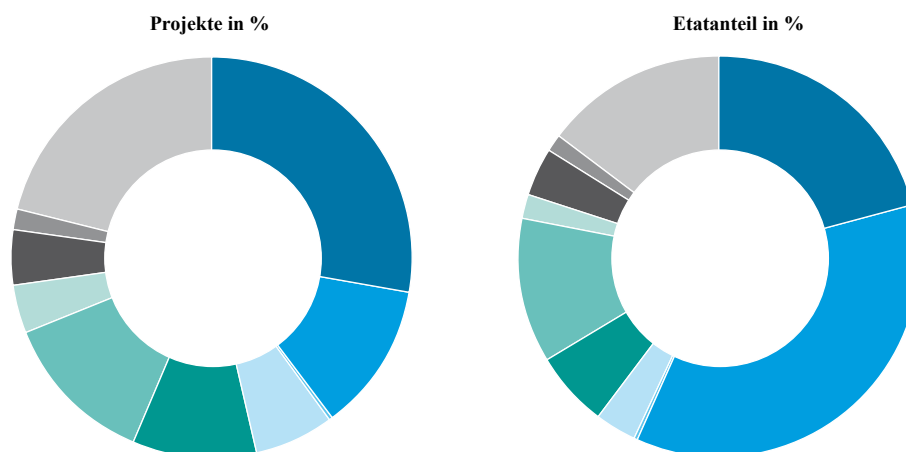
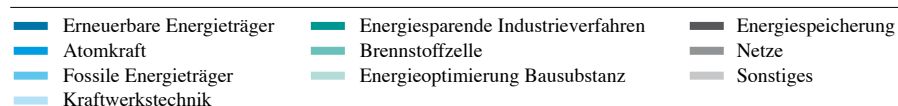


Bis 2008: Entsprechend der Leistungsplansystematik des Bundes 2005. Aufteilung der Förderbereiche und Förderschwerpunkte teilweise geschätzt. Ab 2009 entsprechend der Leistungsplansystematik des Bundes 2009. 2009–2011 einschließlich Investitions- und Tilgungsfonds ohne Länderzuweisungen (Konjunkturpaket II), ab 2011 einschließlich Energie- und Klimafonds. 2012: Sollwerte.

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis des Datenportals des BMBF; vgl. Rave et al. (2013).

Aufteilung der energiebezogenen Projektförderung des Bundes

ABB 04



Erfasst sind alle im Februar 2012 laufenden Projekte.

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Berechnungen des ifo-Instituts; Daten: Förderdatenbank des Bundes;²¹³ vgl. Rave et al. (2013).

und umwelt- und naturverträglichen Ausbau der erneuerbaren Energien. Zweites Ziel ist, die Position deutscher Unternehmen auf dem Gebiet moderner Energietechnologien auszubauen. Und das dritte Ziel besteht darin, technologische Optionen zu sichern und zu erweitern sowie die Flexibilität der Energieversorgung in Deutschland zu verbessern. Auch die weitere Förderung der Kernfusion wird hierbei von der Bundesregierung als Teil einer grundsätzlich offenen Energiepolitik angesehen.

Verglichen mit den Vorgängerprogrammen wurde bereits das 5. Energieforschungsprogramm inhaltlich stärker auf erneuerbare Energien und Energieeffizienz ausgerichtet. Im 6. Energieforschungsprogramm gewinnt zudem die Förderung von Energiespeichertechnologien und Netztechnik, die Integration der erneuerbaren Energien in die Energieversorgung und das Zusammenwirken von Energietechnologien im Gesamtsystem an Bedeutung. Für die komplexen Themen „Energiespeicher“ und „Netze“ wurden ressortübergreifende Forschungsinitiativen aufgelegt. Fossile Kraftwerkstechnologien, inklusive Technologien zur CO₂-Abscheidung und -Speicherung, sowie die nukleare Sicherheits-, Entsorgungs- und Strahlenforschung nehmen gegenüber den Vorgängerprogrammen einen deutlich geringeren Stellenwert ein. Für den Bereich der Kernfusion sind für den Zeitraum 2011 bis 2014 rund 18 Prozent der Fördermittel vorgesehen.

In der Hightech-Strategie 2020 werden neben dem 6. Energieforschungsprogramm weitere Aktionslinien genannt, die vorwiegend einen globalen Bezug haben.²¹⁴

Nicht im Energieforschungsprogramm enthalten sind Forschungsvorhaben in den Bereichen Verkehrsforschung und – sofern kein energiewirtschaftlicher Bezug vorhanden ist – Elektromobilität sowie Luftverkehrsforschung, Umweltforschung, Forschung für das Bau- und Wohnungswesen oder Projekte zu Informations- und Kommunikationstechnologien. Diese Bereiche werden jedoch zum Teil durch andere Bedarfswelder der Hightech-Strategie 2020 abgedeckt.

2.2 Öffentliche Forschungsausgaben

Der Anteil der öffentlichen FuE-Ausgaben für Energieforschung an den Gesamtausgaben für zivile

Forschung lag in Deutschland im Jahr 2011 bei knapp 5 Prozent (vgl. Abbildung 2), wobei für den Ländervergleich zu beachten ist, dass die Energieforschungserhebungen in den einzelnen Ländern nicht einheitlich durchgeführt werden. Noch Anfang der 1980er Jahre wurde ein auch im internationalen Vergleich beachtlicher Anteil von bis zu 20 Prozent erreicht. Bis Anfang der 2000er Jahre sank die Quote kontinuierlich auf bis zu 3 Prozent und erreichte auch in absoluten Werten einen Tiefpunkt. In diesem Zeitraum gingen die FuE-Ausgaben des Bundes für nukleare Energieforschung stark zurück.²¹⁵ Erst in den letzten Jahren war wieder ein Anstieg der Anteilswerte zu verzeichnen. Auch in einigen anderen Ländern haben die Energieforschungsausgaben erheblich an Gewicht verloren. Dies gilt insbesondere für die USA, wo der Anteil im Verlauf der 1980er Jahre und dann noch einmal ab Mitte der 1990er Jahre deutlich sank. Die Quote der EU-15 war in den 1980er Jahren noch um etwa 2 bis 3 Prozentpunkte geringer als in Deutschland; mittlerweile haben sich die Werte aber angeglichen. In Japan sind die Anteilswerte wegen der hohen Bedeutung der kosten-trächtigen Nuklearforschung traditionell um ein Vielfaches höher als in anderen Ländern.

Abbildung 3 zeigt, dass die Ausgaben des Bundes für Wissenschaft, Forschung und Entwicklung vor allem im Bereich der erneuerbaren Energien seit Ende der 1990er Jahre deutlich angestiegen sind. Höhere Zuwächse sind seit 2004 auch im Bereich „Beseitigung kerntechnischer Anlagen“ zu verzeichnen.

Einen detaillierten Blick auf die energiebezogenen Positionen in der Projektförderung bietet die Auswertung des Förderkatalogs des Bundes, der die Fördermaßnahmen von BMBF, BMU, BMWi, BMELV und BMVBS enthält (vgl. Abbildung 4). Im Bereich der erneuerbaren Energien werden 599 Projekte gefördert, die 27,8 Prozent aller energiebezogenen Projekte ausmachen und mit 457 Millionen Euro einem Anteil von 20,9 Prozent am gesamten Energieförderetat entsprechen. Knapp die Hälfte dieser Mittel wird für Projekte auf dem Gebiet der Solarenergie verausgabt und knapp ein Viertel für Windenergie-Projekte. Die derzeit stark im Fokus der politischen Diskussion stehenden Bereiche Energiespeicherung und Netze vereinen lediglich 6,3 Prozent der Projekte und 5,3 Prozent der Fördermittel auf sich. Noch ein relativ großer Teil (38,5 Prozent) der Fördermittel entfällt auf den Bereich der Nuklearforschung, auch

Verhältnis zwischen Forschungsförderung und Förderung der Marktentwicklung bei erneuerbaren Energien in Deutschland in Millionen Euro

	2008	2009	2010	2011 ^o
Forschungsförderung gesamt ^{a)}	222	357	375	~ 373
Forschungsförderung (nur Bund)	161	277	275	~ 273
Forschungsförderung (nur Bund, nur Projektförderung)	131	220	219	~ 200
Förderung der Marktentwicklung gesamt	4.607	6.176	8.620	~12.920
Förderung über das EEG (EEG-Differenzkosten) ^{b)}	4.300	5.600	8.100	~12.400
Andere Fördermaßnahmen ^{c)}	307	576	520	~ 520
Anteil der gesamten Forschungsförderung an der Förderung der Marktentwicklung	4,8%	5,8%	4,4%	~ 2,9%
Anteil der FuE-Projektförderung des Bundes an den EEG-Differenzkosten	3,0%	3,9%	2,7%	~ 1,6%
Anteil FuE-Photovoltaik-Projektförderung des Bundes an den EEG-Differenzkosten für Photovoltaik ^{d)}			~ 1,5%	~ 0,9%
Anteil FuE-Windenergie-Projektförderung des Bundes an den EEG-Differenzkosten für Windenergie ^{e)}			~ 1,9%	~ 1,8%

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf einer Zusammenstellung in Rave et al. (2013) über Braun et al. (2011); BMU (2011); BMU (2012); BDEW (2012).

Anmerkungen:

^{a)} Projektförderung und institutionelle Förderung von Bund und Ländern; ohne Projektförderung mit teilweise Bezug zu FuE für EE (2010 jeweils 12 Millionen Euro von BMU, BMWi, BMBF); Forschungsförderung der Länder 2008 bei 61 Millionen Euro, geschätzte Steigerung auf 80 Millionen (2009) und 100 Millionen Euro (2010, 2011).

^{b)} Differenzkosten: Differenz zwischen den Einnahmen der Netzbetreiber aus dem Verkauf des EE-Stroms und ihren Ausgaben beim Einkauf des EE-Stroms; 2011: Schätzung von BDEW (2012).

^{c)} Marktanreizprogramm, 100.000 Dächer-Solarstrom-Programm (restliche Ausgaben), Förderung der Beratung (Anteil erneuerbarer Energien geschätzt), Unterstützung des Exports, Markteinführung nachwachsender Rohstoffe (Anteil erneuerbarer Energien geschätzt), Förderprogramme der Bundesländer zur Marktentwicklung erneuerbarer Energien (ca. 25 Millionen Euro pro Jahr); für 2010 Sollwerte.

^{d)} EEG-Differenzkosten nach BDEW (2012): 4.470 Millionen Euro (2010) bzw. 6.914 Millionen Euro (2011); FuE-Mittelabfluss nach BMU (2011, 2012) ca. 65 Millionen Euro (2010) bzw. 60 Millionen Euro (2011). Tendenzielle Unterschätzung der FuE-Förderung durch Zuordnungsprobleme.

^{e)} EEG-Differenzkosten nach BDEW (2012): 1.980 Millionen Euro (2010) bzw. 2.712 Millionen Euro (2011); FuE-Mittelabfluss nach BMU (2011, 2012) ca. 50 Millionen Euro (2010) bzw. 37 Millionen Euro (2011). Tendenzielle Unterschätzung der FuE-Förderung durch Zuordnungsprobleme.

^{o)} Werte noch vorläufig bzw. geschätzt.

wenn hier wegen großvolumiger Projekte der prozentuale Anteil an allen energiebezogenen Projekten mit 12 Prozent deutlich geringer ist. Vier Fünftel der Mittel in diesem Bereich werden für Endlager- und Entsorgungsforschung verwendet.

Nachdem die Ausgaben für die Energieforschung insbesondere wegen der rückläufigen nuklearen Energieforschung lange Zeit abnahmen, stiegen sie seit Ende der 1990er Jahre wieder an, vor allem im Bereich der erneuerbaren Energien.

3. Reformansätze

Für den Bereich der erneuerbaren Energien wird häufig vorgeschlagen, Mittel von der Diffusionsförderung

in die früheren Phasen des Innovationsprozesses umzuschichten, insbesondere zur Grundlagenforschung und zur angewandten Forschung.

Derzeit ist im Bereich der erneuerbaren Energien das für die Marktentwicklung bereitgestellte Förder volumen 35mal so hoch wie die für die FuE-Förderung zur Verfügung stehende Summe (vgl. Tabelle 3). Betrachtet man nur das Verhältnis zwischen der auf Bundesebene implementierten EEG-Förderung und der FuE-Projektförderung des Bundes, so liegt der Faktor sogar bei 62. Mit einem politikinduzierten Marktwachstum geht zwar auch ein absoluter Zuwachs an FuE-Aktivitäten einher,²¹⁶ nach Einschätzung der Expertenkommission besteht trotzdem ein massives Missverhältnis zwischen Diffusionsförderung und FuE-Förderung.

Von weiterer grundlagenorientierter und angewandter Forschung sind erhebliche Kostensenkungs- und Innovationspotenziale zu erwarten. So wäre es laut Fraunhofer ISI sinnvoll, die Forschungsförderung für die Photovoltaik auf die gesamte Wertschöpfungskette auszurichten.²¹⁷ Bei der *Onshore*-Windenergie sollte die öffentliche Förderung auf konkrete Optimierungsansätze fokussiert werden, da es sich um ein reifes Technologiefeld handelt.²¹⁸ Andererseits sollten auf dem Gebiet der *Offshore*-Windenergie, die sich noch in einem frühen Entwicklungsstadium befindet, u. a. die Anpassung der Windenergieanlagen, die Entwicklung und Verbesserung von Tragstrukturen sowie Installations- und Wartungskonzepten größere Berücksichtigung finden. Wie bei der Photovoltaik, so besteht auch bei der Windenergie insgesamt großer Forschungsbedarf hinsichtlich der intelligenten Integration ins elektrische Versorgungsnetz. Zudem sollte eine stärkere Verknüpfung mit der Forschung anderer Industriezweige, wie dem Flugzeugbau und der Mikrosystemtechnik, angestrebt werden.²¹⁹

Innovationspolitik muss mit einem kontinuierlichen Monitoring- und Evaluationsprozess einhergehen, um das Innovationssystem zu bewerten, anzupassen und zu verbessern. Beispiele für EU-Staaten mit einer avancierten Evaluationskultur sind Dänemark, Großbritannien und Österreich.²²⁰ Hier bietet es sich an, sowohl bisherige Ergebnisse und Politikempfehlungen als auch Techniken der Datenerhebung und -auswertung multilateral auszutauschen.

B 1–5 POLITIKKOORDINATION

1. Interaktionen zwischen Klima-, Energie und Innovationspolitik

Die ökonomische Wirkungsanalyse einzelner Instrumente der Klima-, Energie- und Innovationspolitik kann schon für sich genommen eine sehr komplexe Herausforderung sein. Es gilt, Theorien bzw. Modelle zu entwickeln, wie regulatorische Eingriffe das Verhalten von Wirtschaftssubjekten, verglichen mit einer Referenzsituation ohne Regulierung, beeinflussen und damit das Marktergebnis ändern. Die theoretischen Modelle müssen dann – soweit möglich – durch empirische Arbeiten wie ökonometrische oder auch experimentelle Studien validiert werden. Die ökonomische Politikberatung greift zwar immer wieder auf theoriegeleitete Grundeinsichten

zurück. Die analytische Ableitung von Ursache-Wirkung-Beziehungen nimmt jedoch schnell an Komplexität zu. Zudem treten oft gegenläufige Effekte auf, die dann im Rahmen von quantitativen (numerischen oder empirischen) Analysen bewertet werden müssen.

Eine ökonomische Wirkungsanalyse des isolierten oder auch kombinierten Einsatzes von Instrumenten der Klima-, Energie- und Innovationspolitik kann rein deskriptiv oder, wie zum Beispiel im Hinblick auf Kosteneffizienz, auch normativ erfolgen. Zur Bewertung von Politikinteraktion bzw. Politikkoordination sollte zunächst das Zielsystem klar sein. Wenn nur ein Politikziel verfolgt werden soll, zum Beispiel die Begrenzung von Treibhausgas-Emissionen, ist normalerweise ein Instrument (hier der Emissionshandel) ausreichend, um dieses auf effiziente Weise zu erreichen. Der Einsatz mehrerer Instrumente wäre dann entweder redundant oder ineffizient und würde Koordinationsbedarf erzeugen, wo eigentlich keiner besteht. Falls es verschiedene Tatbestände des Marktversagens gibt – wie Treibhausgas-Externalitäten, Preisunsicherheiten, Wissensspillover und Adoptionsexternalitäten – ist der Einsatz mehrerer Instrumente angezeigt. So kann der Emissionshandel zur Absicherung gegen Preisunsicherheiten mit Preiskorridoren flankiert werden und zusätzlich Innovationsförderung für klimafreundliche Technologien erfolgen, sofern es durch private FuE nennenswerte Wissensspillover oder Adoptionsexternalitäten gibt. In diesem Fall ist eine überlappende Regulierung unvermeidlich und ein effizienter Instrumentenmix muss deren ökonomische Wechselwirkungen berücksichtigen. Zudem müssen die unterschiedlichen Politikmaßnahmen über verschiedene Verantwortliche hinweg sinnvoll koordiniert werden.

Die Überlagerung von Instrumenten kann am Beispiel des EU ETS und des EEG veranschaulicht werden – zwei zentralen Instrumenten der deutschen Klima- und Energiepolitik. Sofern sich das Ziel der deutschen Klima- und Energiepolitik auf den Klimaschutz beschränkt, ist aus statischer Sicht die kosteneffiziente Umsetzung eines gegebenen Emissionsziels durch das Instrument des Emissionshandels erreichbar. Die zusätzliche Förderung erneuerbarer Energien über Einspeisevergütungen führt lediglich zu einer Verschiebung von Emissionen innerhalb des EU ETS. Folge der Förderung ist eine Emissionsvermeidung in der deutschen Stromwirtschaft, die im Hinblick

auf Kosteneffizienz zu stark auf dem Einsatz erneuerbarer Energien beruht – die frei werdenden Emissionen werden an anderer Stelle im EU ETS nachgefragt. Überlappende Regulierung bleibt in diesem Fall zwar ökologisch neutral, aber nicht kostenneutral. Der höhere – durch die EEG-Förderung erzwungene – Anteil an erneuerbaren Energien führt dazu, dass das Emissionsreduktionsziel zu unnötig hohen Kosten erreicht wird. Diese werden vom Stromverbraucher getragen.

Die Regulierungsüberlagerung von EU ETS und EEG kann auch zu anderen unerwünschten Begleiterscheinungen führen. Mit dem EEG wird der Nachfragedruck auf das Angebot an Emissionszertifikaten gesenkt, so dass der Zertifikatspreis fällt. Davon profitieren die emissionsintensivsten Anlagen, so dass z.B. Braunkohlekraftwerke im Strommix gegenüber Gaskraftwerken besser gestellt werden.²²¹ Im EU ETS kommt es zu regionalen Emissionsverlagerungen, von denen tendenziell Länder profitieren, die als Nettoimporteure von Emissionszertifikaten auftreten und demzufolge bei fallenden Emissionspreisen weniger zahlen müssen – umgekehrt verlieren Nettoexporteure. Die vom Emissionshandel ausgehenden Innovationsanreize für klimafreundliche Erzeugungstechnologien werden durch fallende Zertifikatspreise verringert. Auch das Argument, dass die Förderung erneuerbarer Energien außerhalb des EU ETS zu Emissionsvermeidung – z. B. bei der Wärmeerzeugung – beitragen kann, trägt nicht. Im direkten Vergleich der Emissionsvermeidungskosten rangieren die erneuerbaren Energien, insbesondere Photovoltaik, deutlich über dem Zertifikatspreis des EU ETS.

Analog lassen sich bei Verfolgung des Klimaschutzziels zusätzliche Vorgaben zur Verbesserung der Energieeffizienz kritisieren. Auch hiervon bleiben die Emissionen im EU ETS unberührt. Andererseits kommt es zu höheren Kosten, weil sich Grenzvermeidungskosten über verschiedene Quellen hinweg nicht mehr ausgleichen – Klimaschutz wird teurer als notwendig. Aus dieser Perspektive ist eine überlappende Regulierung zur Steigerung der Energieeffizienz wie die Ökodesign-Richtlinie für Elektrogeräte kontraproduktiv. Während der Emissionshandel den Wettbewerb um kosteneffiziente Vermeidungsmöglichkeiten anreizt, zwingt die Ökodesign-Richtlinie zur Produktmodifikation oder schränkt die Produktauswahl ein, was zu Mehrkosten für Produzenten bzw. zu Wohlfahrtsverlusten für Konsumenten führt (vgl. Box 17).

Kontraproduktive Überlappung von Emissionshandel und Energieeffizienzmaßnahmen

BOX 17

Beispiel 1: Verbot der herkömmlichen Glühlampen

Das Verbot der herkömmlichen Glühlampen führt zu einer sinkenden Stromnachfrage. Das heißt, der durch die Stromproduktion verursachte CO₂-Ausstoß sinkt. Trotzdem wird das Emissionsniveau der EU-ETS-Sektoren nicht reduziert. Die geringere Nachfrage der Stromerzeuger nach Zertifikaten führt zu sinkenden Preisen und in der Folge zu einer erhöhten Nachfrage nach Emissionszertifikaten durch andere EU-ETS-Sektoren. Es kommt also nur zu einer Verlagerung der CO₂-Emissionen. Gleichzeitig wird aber die Freiheit der Haushalte, die Art ihrer Leuchtmittel gemäß ihren Präferenzen zu wählen, eingeschränkt.

Beispiel 2: Verbot von Nachtspeicheröfen

Das Verbot von Nachtspeicheröfen führt bei den u. a. mit Braunkohle betriebenen Grundlastkraftwerken zu sinkenden Volllaststunden. Sie verursachen somit weniger CO₂-Emissionen. Die Nachfrage der Betreiber von Grundlastkraftwerken nach Zertifikaten sinkt. Damit werden die Zertifikate billiger und die Nachfrage anderer EU-ETS-Sektoren nach Zertifikaten steigt. Die von den EU-ETS-Sektoren emittierte CO₂-Menge bleibt konstant. Außerhalb des EU ETS kommt es zu zusätzlichen Emissionen, da Nachtspeicheröfen durch Öl- und Gasheizungen ersetzt werden. Zudem wird die Entscheidungsfreiheit der Hauseigentümer bei der Wahl ihrer Heizungen beschnitten.

Die Bewertung von Energie- bzw. Emissionssteuern als flankierender Klimaschutzmaßnahme zu einem umfassenden Emissionshandel fällt ebenfalls kritisch aus. Zusätzliche Emissionssteuern innerhalb des EU ETS verpuffen aus ökologischer Sicht – zumindest solange, wie der durch diese Steuern nach unten gedrückte Zertifikatspreis positiv bleibt. Bei einer reinen Emissionssteuer wird lediglich der Zertifikatspreis um die Höhe des Steuersatzes gesenkt. Falls sich die Steuern im EU-Ländervergleich unterscheiden oder nicht vollständig auf den Emissionsgehalt abgestellt sind, kommt es durch die Mehrfachregulierung zu Zusatzkosten.²²²

Sofern man weitere Ziele wie den Ausbau erneuerbarer Energien oder die Verbesserung der Energieeffizienz rechtfertigen kann, muss die eindimensionale Orientierung am Klimaschutz erweitert werden: Die „Zusatzkosten“ überlappender Regulierung können dann bei einer sinnvollen Kombination von Instrumenten durch den Nutzen aus der Verfolgung weiterer Ziele überkompensiert werden.

Wenn es um Klimaschutzpolitik geht, dann liefert ein Emissionshandelssystem mit Preiskorridor weitgehend dynamisch effiziente Innovationsanreize. Maßnahmen zur Internalisierung von Wissensspillover sollten durch die Innovationspolitik vorrangig auf Grundlagen- sowie Anwendungsforschung beschränkt bleiben und Diffusionsförderung sollte dort betrieben werden, wo Adoptionsexternalitäten auftreten. Aus theoretischer Sicht gibt es berechtigte Zweifel an der Eignung des EEG als Instrument der Innovationspolitik.

Zu den Interaktionswirkungen von zielkonformer Innovationspolitik mit klimapolitischen und energiepolitischen Instrumenten liegen kaum empirische Untersuchungen vor. Dies gilt auch für das EEG. Diese Lücke sollte durch systematische Evaluationsforschung geschlossen werden.

2. Institutionelle Aspekte

In den letzten 20 Jahren kam es in Deutschland auf institutioneller Ebene zu einer verstärkten Überlappung umwelt- und energiepolitischer Fragestellungen bzw. Gesetzesinitiativen. Dies barg und birgt insbesondere Konfliktpotenziale zwischen dem Umwelt- und dem Wirtschaftsressort. Letzteres ist in Deutschland für die Energiepolitik zuständig.

Bereits mit Beginn einer eigenständigen Umweltpolitik in den 1970er Jahren etablierte sich eine Rivalität zwischen ökologischen Anliegen und den Interessen der von der Regulierung betroffenen energie- bzw. umweltintensiven Branchen. Die Interessenskonflikte verschärften sich mit dem zunehmenden Druck, eine stringente Klimapolitik zu verfolgen, und der Forderung, erneuerbare Energien und Energieeffizienz nicht nur ergänzend zu fördern, sondern zu zentralen Entwicklungszielen bei der Transformation des Energiesystems zu machen. Die Umsetzung tiefgreifender, vom Umweltressort vorangetriebener

energiepolitischer Maßnahmen, zu denen auch das EU ETS und das EEG gehören, wurde vom Wirtschaftsressort sehr kritisch begleitet.²²³ Darüber hinaus mussten angesichts der Reichweite und der Komplexität der Fragestellungen auch zunehmend andere Ministerien in die Abstimmung einbezogen werden.

Derzeit sind die ministeriellen Zuständigkeiten für die Klima- und Energiepolitik stark zersplittert.²²⁴ Ein Beispiel hierfür ist der Bereich der Stromnetze: Neben dem BMWi sind hier auch das BMU und das BMBF aktiv.²²⁵

Bei der Umsetzung des 6. Energieforschungsprogramms ist das BMWi für die anwendungsbezogene Projektförderung von Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der nicht-nuklearen Energieforschung (ohne erneuerbare Energien) und für die nukleare Sicherheits- und Endlagerforschung zuständig. Die Verantwortung für die anwendungsorientierte Projektförderung auf dem Gebiet der erneuerbaren Energien (ohne Bioenergie) liegt beim BMU. Das BMELV ist für die anwendungsorientierte Projektförderung von Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Bioenergie zuständig. Die institutionelle Förderung im Energiebereich – insbesondere der Helmholtz-Gemeinschaft – übernimmt mit wenigen Ausnahmen das BMBF. Dieses fördert zudem projektorientierte Forschung zur Klärung von Grundlagenfragen in den Bereichen Energieeffizienz, erneuerbare Energien, nukleare Sicherheit, Entsorgungs-, Strahlen-, Fusions- und Vorsorgeforschung sowie die Ausbildung von Fachleuten und wissenschaftlichem Nachwuchs. Für die nicht im 6. Energieforschungsprogramm enthaltene Forschung im Verkehrsbereich sowie die Forschung im Bau- und Wohnungswesen ist das BMVBS federführend zuständig.

Aus einer Ist-Analyse der gegenwärtigen institutionellen Rahmenbedingungen lassen sich schlaglichtartig verschiedene Probleme identifizieren. Nach außen sind das Erscheinungsbild und die Kommunikation der Bundesministerien uneinheitlich. Die Zusammenarbeit des Bundes mit den Bundesländern, die jeweils über eigene Energiekonzepte verfügen, ist unzureichend. Ein Beispiel für den komplexen Abstimmungsprozess liefert der Ausbau von Hochspannungsleitungen, welcher durch die Zunahme der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien erforderlich wird.

Für die bestehenden Koordinationsprobleme sind prozedurale oder strukturelle Lösungen denkbar. Prozedurale Lösungen setzen an der administrativen Koordination im Beteiligungsverfahren an. Strukturelle Lösungen beziehen sich v.a. auf den Ressortzuschnitt. So wird aktuell von verschiedenen Seiten gefordert, in Deutschland ein Energieministerium einzurichten.²²⁶ Dänemark und Großbritannien verfügen beispielsweise bereits über ein solches Ressort.²²⁷ Die Befürworter gehen davon aus, dass dadurch die Problemzusammenhänge bei der Bewältigung der komplexen Herausforderung der Energiewende besser wahrgenommen werden als bei dezentralen Zuständigkeiten. Allerdings verweisen die Kritiker auf neue ressortübergreifende Abstimmungsprobleme, die z. B. bei Zielkonflikten zwischen Naturschutz und der Förderung erneuerbarer Energien²²⁸ entstehen.

B 1–6 HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Klimapolitik

Die Kosteneffizienz der EU-Klimapolitik sollte durch eine Ausweitung des europäischen Emissionshandels auf alle Emissionsquellen gesteigert werden. Zur Verbesserung der durch das EU ETS generierten Innovationsanreize empfiehlt die Expertenkommission, die Planungssicherheit der Unternehmen zu erhöhen. Dies sollte zum einen durch verbindliche Emissionsminderungsziele bis mindestens 2030 erfolgen. Zum anderen sollten Mindestpreise für die Emissionszertifikate festgelegt werden.

Energiapolitik

Neben dem Ziel, die Treibhausgas-Emissionen zu reduzieren, gibt es weitere energiepolitische Ziele wie den Ausbau erneuerbarer Energien und die Steigerung der Energieeffizienz. Diese werden durch Argumente wie strategische Wettbewerbsvorteile, „grüne“ Beschäftigung und Energiesicherheit gerechtfertigt. Solche Argumente sind aus wohlfahrtsökonomischer Sicht kritisch zu überprüfen. Sofern explizite Ziele zum Ausbau erneuerbarer Energien und zur Steigerung der Energieeffizienz wohlfahrtsökonomisch begründet werden können, sollten sie effizient umgesetzt werden. Im Bereich der erneuerbaren Energien schließt sich die Expertenkommission der Empfehlung des Sachverständigenrat zur Begutachtung der

gesamtwirtschaftlichen Entwicklung und der Monopolkommission an, Grünstromzertifikate einzuführen. Die Erhöhung der Energieeffizienz sollte mit Hilfe einer Energieeinsparquote realisiert werden. Insbesondere im Gebäudebereich, wo größere Hemmnisse wie Informationsasymmetrien und das Vermieter-Mieter-Dilemma bestehen, sollte das Quotensystem durch weitere Maßnahmen wie Standards und Einsparverordnungen sowie finanzielle Anreize für energetische Sanierungen flankiert werden. Ebenso sollten das Sach- und Vertrags-, das Planungs- und Genehmigungs- sowie das Mietrecht geändert und die Bauvorschriften angepasst werden.

Innovationspolitik

Da bei F&I-Aktivitäten Wissensspillover auftreten, ist es angezeigt, die Grundlagenforschung und die angewandte Forschung – z. B. durch direkte Subventionen und steuerliche FuE-Förderung – zu fördern. In der energiebezogenen Anwendungsforschung sollte der Schwerpunkt auf den großen technologischen Herausforderungen der „Energiewende“ liegen, d. h. auf der Entwicklung neuer oder verbesserter Produkte oder Prozesse im Bereich der erneuerbaren Energien, Speicher- und Übertragungstechnologien sowie Energieeffizienztechnologien im Gebäude- und Verkehrsbereich.

Die Chancen und Risiken von Kohlendioxidabscheidung und -speicherung als technologische Option im Klimaschutz sollten erforscht und sorgfältig abgewogen werden. Dafür sollten Demonstrationsprojekte durchgeführt werden, die der Weiterentwicklung und Erprobung neuer Technologien dienen. Eine voreilige Festlegung für oder gegen eine Technologie ist zu vermeiden.

Nach Einschätzung der Expertenkommission besteht bei den erneuerbaren Energien ein massives Missverhältnis zwischen Diffusionsförderung und FuE-Förderung. Die Expertenkommission spricht sich dafür aus, dieses Verhältnis zugunsten der FuE-Förderung zu korrigieren.

Maßnahmen der Energie- und Klimapolitik können Innovationsanreize in erheblichem Umfang beeinflussen, zu diesen Auswirkungen gibt es aber bisher wenig empirische Evidenz. Diese Maßnahmen sind deshalb regelmäßig nach neuesten wissenschaftlichen

Methoden zu evaluieren, um die Überlappung der Regulierungsbereiche Klima-, Energie- und Innovationspolitik verlässlich bewerten zu können.

Koordination

Die Fragmentierung der Zuständigkeiten für die Energieforschung in Deutschland ist bizarr. Die Zuständigkeiten für die Umsetzung der Energiewende sind ebenfalls breit gestreut. Die Expertenkommission drängt nochmals²²⁹ auf eine stärkere Koordination und Bündelung. Die in einigen Ländern verfolgte Zusammenlegung von Kompetenzen in einem Energieministerium ist eine derzeit viel diskutierte, aber aus Sicht der Expertenkommission nicht zwingend die beste Lösung der Koordinationsprobleme. Auch unter dem Dach eines Ressorts können widersprüchliche Einschätzungen weiterleben und Friktionen auftreten. Umgekehrt lässt sich konstruktive Zusammenarbeit auch über Ressortgrenzen hinweg darstellen. Eine interessante Alternative zu einem integrierten Energieressort mit voller Verantwortung für die Energiewende wäre eine nationale Plattformlösung, bei der nicht nur die zuständigen Ressorts des Bundes, sondern auch Vertreter der Bundesländer und wichtiger Unternehmen mitwirken. Eine straffe Führung durch das Kanzleramt wäre aber auch hier eine wichtige Vorbedingung für die erfolgreiche Koordination von Klima-, Energie- und Innovationspolitik.

Unnötiger Koordinationsaufwand von Klima-, Energie- und Innovationspolitik kann dann vermieden werden, wenn nur solche Ziele verfolgt werden, die sich aus Tatbeständen des Marktversagens rechtfertigen lassen. Gibt es mehrere Ziele, so ist eine Priorisierung vorzunehmen, die klare Handlungsempfehlungen erleichtert. Im Hinblick auf die Überlagerungswirkung von Regulierungen sollten ex-ante-Studien durchgeführt werden, die mögliche Synergien bzw. kontraproduktive Effekte identifizieren. Politikinitiativen von EU, Bund, verschiedenen Ministerien und Ländern sind zu koordinieren, um Politikversagen zu vermeiden.