

# **Laufzeitverlängerung gefährdet Erfolg der erneuerbaren Energien**

**Kommentar zur Umweltpolitik**

**September 2010**

**Nr. 8**

Der SRU berät die Bundesregierung seit 1972 in Fragen der Umweltpolitik. Die Zusammensetzung des Rates aus sieben Universitätsprofessorinnen und -professoren verschiedener Fachdisziplinen gewährleistet eine wissenschaftlich unabhängige und umfassende Begutachtung, sowohl aus naturwissenschaftlich-technischer als auch aus ökonomischer, rechtlicher, politikwissenschaftlicher und ethischer Perspektive.

Der Rat besteht derzeit aus folgenden Mitgliedern:

Prof. Dr. Martin Faulstich (Vorsitzender), Technische Universität München

Prof. Dr. Heidi Foth (stellv. Vorsitzende), Universität Halle-Wittenberg

Prof. Dr. Christian Calliess, Freie Universität Berlin

Prof. Dr. Olav Hohmeyer, Universität Flensburg

Prof. Dr. Karin Holm-Müller, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Prof. Dr. Manfred Niekisch, Goethe Universität Frankfurt, Zoologischer Garten Frankfurt

Prof. Dr. Miranda Schreurs, Freie Universität Berlin

Sachverständigenrat für Umweltfragen

Luisenstraße 46

10117 Berlin

Telefon: 030 / 26 36 96-0

Internet: [www.umweltrat.de](http://www.umweltrat.de)

E-Mail: [info@umweltrat.de](mailto:info@umweltrat.de)

## **Inhaltsverzeichnis**

Zusammenfassung.....	3
1 Das Energiekonzept der Bundesregierung.....	3
2 Energiekonzept mit Laufzeitverlängerungen gefährdet den Ausbau der erneuerbaren Energien .....	4
3 Laufzeitverlängerungen sind nicht notwendig .....	7
4 Priorität für Effizienz, erneuerbare Energien und Netze .....	9
Literatur .....	10

## **Zusammenfassung**

Die Bundesministerien für Wirtschaft und Umwelt haben am 6. September 2010 einen gemeinsamen Entwurf für ein Energiekonzept vorgelegt, welches Ende September im Kabinett beschlossen werden soll. Dieses enthält eine Verlängerung der Laufzeiten für Kernkraftwerke um durchschnittlich zwölf Jahre über die bisher vorgesehenen verbleibenden Laufzeiten hinaus.

Der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) hält die geplante Laufzeitverlängerung der Atomkraftwerke für einen Fehler, da diese zu den Zielen des Energiekonzepts und zum Aufbau einer nachhaltigen Stromversorgung in Widerspruch steht und womöglich gravierende Folgen haben könnte. Durch den Ausbau der erneuerbaren Energien sinkt der Bedarf an grundlastorientierten Kraftwerken. Die Laufzeitverlängerung stabilisiert jedoch dauerhaft einen hohen Anteil an Grundlast. Damit wächst die Gefahr, dass das weltweit beachtete Erfolgsmodell der Förderung erneuerbarer Energien in Deutschland durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) insgesamt unter Druck gerät und sich die Bedingungen für erneuerbare Stromerzeugung verschlechtern. Auch wenn das EEG zukünftig kostensensibel weiterentwickelt werden sollte, so bleiben doch Einspeisevorrang und garantierte Vergütung für die fluktuierend einspeisenden regenerativen Energieträger wie Windkraft gerade im Fall einer Laufzeitverlängerung unverzichtbar.

Auch aus den von der Bundesregierung vorgelegten aktuellen Energieszenarien lassen sich wesentliche volkswirtschaftliche oder umweltpolitische Vorteile einer Laufzeitverlängerung nicht ableiten. Die Nachteile und Risiken einer Verlängerung sind jedoch gut belegt. Die Bundesregierung sollte ihre Kräfte auf die zukunftsweisenden Elemente des Energiekonzeptes in den Bereichen Klimaschutz und Effizienz konzentrieren, statt den gefundenen gesellschaftlichen Konsens zur Kernenergie aufzukündigen, weitere langwierige rechtliche Konflikte in Kauf zu nehmen und dadurch Investitionen zu bremsen.

### **1 Das Energiekonzept der Bundesregierung**

Die Bundesministerien für Wirtschaft und Umwelt haben am 6. September 2010 einen Entwurf für ein Energiekonzept veröffentlicht, das am 28. September vom Kabinett beschlossen werden soll. Das Energiekonzept soll die Grundlage einer langfristigen Strategie der Bundesregierung für die zukünftige Energieversorgung bilden. Ziel ist es, eine zuverlässige, wirtschaftliche und umweltverträgliche Energieversorgung sicherzustellen, in der die konventionellen Energieträger kontinuierlich durch erneuerbare Energien ersetzt werden und langfristig den Hauptanteil übernehmen sollen: Bis zum Jahr 2050 sollen die erneuerbaren Energien 60 % des Bruttoendenergieverbrauchs und 80 % der Stromversorgung bereitstellen. Die Treibhausgasemissionen Deutschlands sollen bis 2050 um 80 % reduziert werden.

Das Energiekonzept nimmt alle Verbrauchssektoren in den Blick und skizziert umfangreiche Maßnahmeprogramme in den Handlungsfeldern erneuerbare Energien, Energieeffizienz, Kernenergie und fossile Kraftwerke, Netzinfrastrukturen, Energieeffizienz bei Gebäuden, Mobilität, Energieforschung, internationaler Kontext sowie Transparenz und Akzeptanz.

Im Mittelpunkt der öffentlichen Debatte steht allerdings die zukünftige Rolle der Kernenergie. Der Entwurf des Energiekonzeptes sieht eine Verlängerung der Laufzeiten von Kernkraftwerken um durchschnittlich zwölf Jahre über die nach geltendem Recht verbleibenden Laufzeiten hinaus vor.

Der SRU begrüßt grundsätzlich, dass die Bundesregierung ein Konzept für die langfristige Energieversorgung in Deutschland entwickelt und dabei den erneuerbaren Energien eine zentrale Rolle zuweist. Aus Sicht des SRU enthält das Energiekonzept allerdings einen inhärenten Widerspruch zwischen der Laufzeitverlängerung einerseits und dem Anspruch, den Übergang in ein regeneratives Zeitalter zu gestalten, andererseits. Dabei gefährdet die Verlängerung der Laufzeiten die Transformation des Stromversorgungssystems hin zur Nachhaltigkeit. Die folgenden Ausführungen basieren auf aktuellen Arbeiten des SRU zur Zukunft der Stromversorgung, die in Teilen in einer Stellungnahme im Mai 2010 veröffentlicht wurden (SRU 2010a) und die vollständig in einem Sondergutachten zur Zukunft der Stromversorgung Deutschlands Anfang 2011 erscheinen werden.

## **2 Energiekonzept mit Laufzeitverlängerungen gefährdet den Ausbau der erneuerbaren Energien**

Der SRU ist der Auffassung, dass eine Verlängerung der Laufzeiten für Kernkraftwerke über die 2001 bereits festgeschriebenen Zeiträume hinaus zu einem Konflikt mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien führen wird. Grund dafür ist der technisch-ökonomische Systemkonflikt zwischen den erneuerbaren Energien und den grundlastorientierten konventionellen Kraftwerken.

Mit zunehmendem Ausbau der erneuerbaren Energien steigt der Bedarf an Flexibilität im konventionellen Kraftwerkspark deutlich an (SRU 2010a, S. 74 ff.). Wenn dann günstige Windverhältnisse und hohe solarer Einstrahlung vorherrschen, werden sehr hohe Anteile der Stromnachfrage durch erneuerbare Energien gedeckt werden. Die von den konventionellen Kraftwerken zu deckende Residuallast wird damit zunehmend geringer. Bereits ab einem Anteil der erneuerbaren Energien von über 50 % an der Bruttostromerzeugung wird keine klassische Grundlast mehr benötigt (STERNER et al. 2010).

Obwohl die ursprünglich zur Erzeugung von Grundlaststrom entwickelten Kohle- und Kernkraftwerke bereits heute in geringem Umfang zum Lastfolgebetrieb eingesetzt werden, erfüllen sie aufgrund ihrer technischen Eigenschaften (Mindeststillstandzeiten, Anfahrtdauer, Mindestbetriebszeit, Teillast- und Lastwechselverhalten) nur bedingt die neuen Flexibilitätsanforderungen. Kernkraftwerke können unter Berücksichtigung entsprechender

Leistungsgradienten für den Lastfolgebetrieb nur in dem Bereich von 50 bis 100 % ihrer Nennleistung eingesetzt werden (HUNDT et al. 2009, S. iv). Wird die Leistung konventioneller Kraftwerke häufig geändert, führt das zum einen zu einer Absenkung des Wirkungsgrades im Teillastbetrieb und damit zu höheren spezifischen Kosten der Elektrizitätserzeugung. Zum anderen sind Materialermüdungen von Bauteilen die Folge, die hohen Drücken und Temperaturen ausgesetzt sind. Eine solche Betriebsweise mindert somit ihre zu erwartende Lebensdauer und erhöht die Anforderungen an die Betriebssicherheit.

Mit den derzeit vorhandenen Kernkraftwerken sind bereits etwa 20 GW grundlastorientierte Kraftwerke am Netz. Hinzu kommen noch etwa 38 GW Braun- und Steinkohlekraftwerke, die heute noch in Betrieb sind oder sich im Bau befinden und erst allmählich im Laufe der nächsten Jahrzehnte aus dem Betrieb genommen werden. Die damit dauerhaft bestehenden Überkapazitäten an grundlastorientierten Kraftwerken führen zu ökonomischen Konflikten mit den Flexibilitätserfordernissen der erneuerbaren Energien. Das sehr häufige An- und Abregeln konventioneller Kraftwerke senkt die Kapazitätsauslastung und erhöht damit entsprechend die kalkulatorischen Betriebskosten erheblich. Kraftwerke mit sehr hohen anfänglichen Investitionskosten sind auf eine möglichst hohe dauerhafte Auslastung angelegt, um diese Kosten decken zu können. Kraftwerksstillstand aber bedeutet Einnahmeausfall. Bei hoher Windstromeinspeisung und in Schwachlastzeiten werden spätestens in den 2020er-Jahren auch immer häufiger Kernkraftwerke, soweit technisch möglich, abregeln müssen. Bereits in den 2020er-Jahren sind bis zu 120 Abregelungen pro Jahr zu erwarten, wenn weiterhin am bisherigen Ausbautempo für erneuerbare Energien festgehalten wird (STERNER et al. 2010).

Die ökonomische Dimension dieses Systemkonflikts ist bereits sichtbar und wird sich durch eine Laufzeitverlängerung in Zukunft weiter verschärfen. Die nicht regelbaren erneuerbaren Energien wie Wind und Sonne stünden durch die Preisbildung an den Strommärkten Ertragsproblemen gegenüber, die nur durch das EEG verhindert werden. Der Strompreis bildet sich auf Grundlage der Grenzkosten der Erzeugung. Dies führt dazu, dass die Stromerlöse sinken, je höher die Einspeisung von Wind- oder Sonnenenergie ist, da deren Grenzkosten gegen Null tendieren (SRU 2010b; HOLM-MÜLLER und WEBER 2010; BODE und GROSCURTH 2010). Bei bestehendem Marktdesign würde dies ohne garantierte EEG-Vergütungen – und solange nicht in ausreichendem Umfang Speichermöglichkeiten zur Verfügung stehen – dazu führen, dass Energieerzeugungsanlagen mit hohen Investitions-, aber niedrigen Grenzkosten wie Wind und Sonne ihre Kapitalkosten über die Stromerlöse nicht decken können, und Investitionen in neue Anlagen somit unattraktiv werden.

Der technische Systemkonflikt zwischen Anlagen erneuerbarer Energien und Grundlastkraftwerken verstärkt diese Problematik. Aufgrund der technischen Restriktionen der konventionellen Kraftwerke, produzieren diese auch dann Strom, wenn dies teurer ist als ihre Erlöse am Strommarkt, aber billiger, als das Kraftwerk abzuschalten. Es kann also für

die Betreiber dieser Kraftwerke vorteilhaft sein, in Zeiten von Netzengpässen Geld für die Einspeisung des eigenen Stroms zu bezahlen, anstatt die eigenen Kraftwerke herunterzeregeln. So entstanden im Zeitraum Oktober 2008 bis November 2009 bereits in 71 Stunden negative Preise auf dem Spotmarkt (für eine Analyse negativer Strompreise vgl. NICOLOSI 2010).

Bei einem weiter wachsenden Ausbau erneuerbarer Energien und gleichzeitiger Laufzeitverlängerung der Kernkraftwerke ist in Zukunft häufiger mit sehr niedrigen oder negativen Strompreisen zu rechnen. Diese wiederum können zu einer höheren EEG-Umlage führen, die sich aus der Differenz zwischen den dann geringen oder sogar negativen Verkaufserlösen an der Strombörse und den EEG-Vergütungen ergibt. Die Laufzeitverlängerung wird deshalb möglicherweise sogar zu einer Erhöhung der Endverbraucherpreise führen.

Die Bundesregierung strebt laut Energiekonzept an, dass „künftig das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) stärker am Markt orientiert werden und der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien in stärkerem Maße marktgetrieben erfolgen“ soll. Es ist noch nicht präzise definiert, ob unter „Marktorientierung“ lediglich eine kostensensiblere Weiterentwicklung oder aber die Flexibilisierung oder Abschaffung der Einspeisevergütung verstanden wird. Die Bundesregierung sollte eindeutig klarstellen, dass sie keine Abkehr von Einspeisevorrang und garantierter Einspeisevergütung beabsichtigt.

Nur mit dem Einspeisevorrang für erneuerbare Energien ist gewährleistet, dass sich die konventionellen Kraftwerke an die fluktuierende und zunehmende Einspeisung aus erneuerbaren Energien anpassen. Dies sichert die Systemintegration der erneuerbaren Energien im Übergang.

Eine Flexibilisierung oder sogar Abschaffung der Vergütung hätte – vor allem im Kontext eines zu hohen Sockels konventioneller Kraftwerke – gravierende Auswirkungen auf Investitionen und Wachstum der erneuerbaren Energien. Insbesondere im Hinblick auf die erwähnten Ertragsprobleme nicht regelbarer erneuerbarer Energien würden stark schwankende Erlöse ein erhebliches Investitionsrisiko bedeuten. Es kann gezeigt werden, dass verlässliche Einnahmen von zentraler Bedeutung sind, um die Kreditwürdigkeit von Investitionen zu sichern (HAMILTON 2009). Eine Abkehr von garantieren Einspeisevergütungen würde vor allem – aber nicht nur – die Offshore-Windenergie treffen, weil diese hohe Anfangsinvestitionen erfordert.

Eine Weiterentwicklung des EEG ist auch aus Sicht des SRU erforderlich, um die Vollversorgung mit erneuerbaren Energien kostengünstig erreichen zu können und die Anreize für den Lastausgleich des schwankenden Angebots an erneuerbaren Energien zu stärken (SRU 2010b). Für die fluktuierend erzeugenden erneuerbaren Energien sind jedoch

aus Gründen der Investitionssicherheit und der Kreditwürdigkeit eine vorrangige Abnahme und verlässliche Vergütung weiterhin essenziell.

### **3 Laufzeitverlängerungen sind nicht notwendig**

Je nach Berechnung wären die letzten Kernkraftwerke in Deutschland bei Umsetzung der geplanten Laufzeitverlängerung noch zwischen 2036 und 2040 in Betrieb. Ein solch langer Übergang kann nicht mehr glaubwürdig als Brückentechnologie begründet werden. Weder die klimapolitischen noch die gesamtwirtschaftlichen Vorteile einer derartigen Verlängerung können überzeugend belegt werden. Eine Verlängerung der Laufzeiten ist keine notwendige Voraussetzung für die Gestaltung einer klimafreundlichen, sicheren und bezahlbaren Stromversorgung. Dies zeigen unter anderem die Energieszenarien, die die Bundesregierung als wissenschaftliche Grundlage für die Erarbeitung des Energiekonzeptes in Auftrag gegeben hat (SCHLESINGER et al. 2010). Vorgegebene Klimaschutzziele (Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2020 um 40 % und um 85 % bis 2050) werden in den Zielszenarien unabhängig von der Laufzeitverlängerung erreicht. Die wesentlichen Stellschrauben hierfür sind die Steigerung der Energieeffizienz, die Reduzierung der Nachfrage nach Energie, sowie die höheren Anteile erneuerbarer Energien an der Energieversorgung. Die Variation der Laufzeitverlängerung in den verschiedenen Szenarien der Bundesregierung hat weder auf die Erfolge im Klimaschutz noch auf die Kosten der Versorgung wesentliche Auswirkungen.

Bei den Treibhausgasemissionen gibt es in der Studie nur mittelfristig Unterschiede durch die Laufzeitverlängerung. Im Jahr 2030 führen kürzere Laufzeiten zu etwas höheren CO<sub>2</sub>-Emissionen, da die zusätzlichen Strommengen durch zusätzliche Gaskraftwerke und höhere Auslastung von bestehenden Kohlekraftwerken bereitgestellt werden. Die etwas höheren Emissionen im Jahr 2030 ließen sich aber vermeiden, wenn stattdessen die erneuerbaren Erzeugungskapazitäten etwas stärker ausgebaut würden (SRU 2010a). Die in den Szenarien vorgegebenen Klimaschutzziele für 2020 und 2050 werden auch mit kurzen Laufzeiten erreicht.

Die Energieszenarien der Bundesregierung lassen auch nicht auf wesentliche gesamtwirtschaftliche Vorteile einer Laufzeitverlängerung schließen. Der Strompreis für die privaten Haushalte wird durch die Variation der Laufzeiten kaum beeinflusst. Mittelfristig wirkt sich die Laufzeitverlängerung – unter der Annahme geringer Nachrüstkosten für Kernkraftwerke (A-Szenarien) – kostendämpfend vor allem auf die Strompreise für die stromintensive Industrie aus. Die Studie deutet allerdings darauf hin, dass hierdurch Kosten lediglich in die Zukunft verschoben werden: So sind die Endverbraucherpreise im Jahr 2050 gemäß der Studie für die stromintensive Industrie umso *niedriger*, je kürzer die Laufzeitverlängerung ausfällt.



Das Bruttoinlandsprodukt ist in allen Zielszenarien im Jahr 2050 etwas höher als in der Referenz (um 0,5 bis 0,7 %), was hauptsächlich ein Ergebnis der erheblichen (Bau-) Investitionen für die Energieeinsparung ist (SCHLESINGER et al. 2010, S. 159). Die Unterschiede beim Bruttoinlandsprodukt zwischen den Zielszenarien sind ebenfalls gering; die Abweichungen bewegen sich im Bereich weniger Zehntelprozentpunkte (SCHLESINGER et al. 2010, S. 160). Da Szenarien immer auf vielen mit Unsicherheiten behafteten Annahmen beruhen, und die Studie keine Fehlerabschätzung bzw. Sensitivitätsanalysen in Bezug auf die verschiedenen Einflussfaktoren liefert, können aus diesen geringen Unterschieden keine seriösen Argumente für längere Laufzeiten hergeleitet werden. Darüber hinaus berücksichtigen die Energieszenarien nicht alle volkswirtschaftlichen Kosten, die mit der Kernenergie verbunden sind. Dies betrifft einerseits die ökonomischen Auswirkungen des Systemkonflikts (s. Kap. 2). Zudem sind die externen Kosten der Endlagerung von nuklearen Abfällen, die sich durch die Laufzeitverlängerung erhöhen werden (vgl. bereits: EWERS und RENNINGS 1992, S. 163; DIEKMANN und HORN 2007), nicht berücksichtigt (SCHLESINGER et al. 2010, S. 167).

Der SRU kommt in seinen Arbeiten zur Zukunft der Stromversorgung ebenfalls zu dem Schluss, dass eine Verlängerung der Laufzeiten von Kernkraftwerken als Brücke hin zu einem auf erneuerbaren Energien beruhenden System nicht notwendig ist. Ein schrittweiser Übergang ist möglich, wenn die bestehenden und die bereits im Bau befindlichen konventionellen Kraftwerke gemäß ihrer normalen Lebensdauer sukzessive vom Netz gehen und durch erneuerbare Kapazitäten ersetzt werden. Das Ausbautempo bei den erneuerbaren Energien müsste dafür nicht wesentlich gesteigert werden, zudem verfügt das System über Flexibilitätsreserven, da einzelne Kohle- oder Gaskraftwerke nötigenfalls länger am Netz bleiben können (SRU 2010a). Dabei entstehen in der Übergangsphase moderat höhere Kosten, die sich durch Einsparungen spätestens ab 2040 auszahlen und somit eine lohnende Zukunftsinvestition darstellen.

Vor diesem Hintergrund ist es nicht gerechtfertigt, mit der Aufkündigung des Atomkonsenses aus dem Jahr 2000 die energiepolitische Diskussion in Deutschland erneut zu polarisieren und möglicherweise auf Jahre hinaus neue gesellschaftliche und rechtliche Konflikte in Kauf zu nehmen. Mehrere Bundesländer haben angekündigt, eine Novelle des Atomgesetzes ohne Bundesratsbeteiligung verfassungsrechtlich anzufechten. Unter diesen Bedingungen werden die Beschlüsse der Bundesregierung noch einige Zeit unter verfassungsrechtlichem Klärungsvorbehalt bleiben. Das Energiekonzept schafft somit nicht Orientierungssicherheit zu wichtigen Zukunftsfragen, sondern trägt im Gegenteil dazu bei, dass Rechts- und Investitionsunsicherheiten bestehen bleiben, die die Entwicklungsdynamik der erneuerbaren Energien in den nächsten Jahren gefährden können. Es ist zu erwarten dass entsprechend wesentliche und für den schnellen Übergang der Energieversorgung notwendige Investitionsentscheidungen vertagt werden.

## **4                    Priorität für Effizienz,                           erneuerbare Energien und Netze**

Die Laufzeitverlängerung steht somit im Widerspruch zu anderen Zielen des Energiekonzeptes. Das Energiekonzept kann die Zukunftsfähigkeit vieler Bereiche der Klima- und Energiepolitik wesentlich verbessern. Es kann für den Klimaschutz einen großen Schritt vorwärts bedeuten, wenn die mittel- und langfristigen Zielsetzungen für Klimaschutz, erneuerbare Energien oder Energieeffizienz als Meilensteine für die Gestaltung einer nachhaltigen Energieversorgung bis 2050 ernst genommen und umgesetzt werden.

Dabei befinden sich die Klimaschutzziele der Bundesregierung bis zum Jahr 2050 noch am unteren Rand des Erforderlichen. Der IPCC hält zur Einhaltung des 2 Grad-Zieles eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um 80 bis 95 % für erforderlich (IPCC 2007).

Selbst eine gesamtwirtschaftliche Reduktion um 80 % würde nach aktuellem Kenntnisstand eine vollständige Dekarbonisierung der Stromversorgung erfordern. Die Ausbauziele im Energiekonzept sind vor diesem Hintergrund nicht ambitioniert genug. Eine Reihe aktueller Studien belegt, dass ein Strukturwandel hin zu einer weitgehend oder vollständig auf erneuerbaren Quellen beruhenden Stromversorgung in Deutschland und Europa möglich ist (ECF et al. 2010; EREC 2010; FOEE und SEI 2009; KLAUS et al. 2010; NITSCH und WENZEL 2009; Öko-Institut und Prognos AG 2009; PwC et al. 2010; SRU 2010a). Das Ziel eines Anteils der erneuerbaren Energien von 80 % an der Stromversorgung fällt damit hinter die Möglichkeiten zurück.

Die Energieszenarien für das Energiekonzept der Bundesregierung zeigen, dass die Kosten der Stromversorgung gesenkt werden können, indem die komparativen Kostenvorteile der erneuerbaren Stromerzeugung in anderen europäischen Ländern durch stärkere Vernetzung genutzt werden. Auch nach Einschätzung des SRU stellt der Ausbau der Transportnetze eine entscheidende Voraussetzung und gleichzeitig die größte Herausforderung für den Übergang zur regenerativen Stromversorgung dar. Das Energiekonzept setzt wichtige Impulse für den Ausbau der innerdeutschen Netze und der Anbindung an das Ausland sowie für eine bessere Koordinierung der Ausbauplanungen.

Das Energiekonzept macht den hohen Stellenwert der Energieeffizienz und der Energieeinsparung deutlich. Es setzt klare Ziele für die Senkung des Energieverbrauchs im Zeitverlauf bis 2050 und adressiert mit der Sanierung des Gebäudebestandes ein Schlüsselthema.

Die Umsetzung der anspruchsvollen Maßnahmeprogramme, die für das Erreichen dieser Meilensteine notwendig sind, stellt eine große Herausforderung für Politik, Wirtschaft und Gesellschaft dar. Der SRU wird in seinem in Kürze erscheinenden Sondergutachten weiterführende Vorschläge dazu vorlegen, wie der Übergang zu einer nachhaltigen

Stromversorgung umgesetzt werden kann. Die Bundesregierung sollte ihre Kräfte auf diese zukunftsweisenden Maßnahmen konzentrieren.

## Literatur

Bode, S., Groscurth, H. (2010): Über neues Marktdesign Investitionsanreize in der Stromwirtschaft schaffen. *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 60 (6), S. 16–21.

Diekmann, J., Horn, M. (2007): Abschlussbericht zum Vorhaben "Fachgespräch zur Bestandsaufnahme und methodischen Bewertung vorliegender Ansätze zur Quantifizierung der Förderung erneuerbarer Energien im Vergleich zur Förderung der Atomenergie in Deutschland". Berlin: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung. [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/diw\\_abschlussbericht.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/diw_abschlussbericht.pdf) (02.03.2010).

ECF (European Climate Foundation), McKinsey & Company, KEMA, The Energy Futures Lab at Imperial College London, Oxford Economics (2010): Roadmap 2050: A practical guide to a prosperous, low-carbon Europe. Vol. 1: Technical and economic analysis. Den Haag: ECF. <http://www.roadmap2050.eu/index.html> (20.04.2010).

EREC (European Renewable Energy Council) (2010): RE-thinking 2050. A 100% Renewable Energy Vision for the European Union. Brüssel: EREC.

Ewers, H.-J., Rennings, K. (1992): Die Kosten möglicher Schäden durch einen sogenannten "Super-GAU" - monetäre Bewertung und umweltpolitische Implikationen. In: Junkernheinrich, M., Klemmer, P. (Hrsg.): *Wirtschaftlichkeit des Umweltschutzes*. Lüdenscheid: Analytica Verlag. Zeitschrift für Angewandte Umweltforschung Sonderheft 3/92, S. 155–167.

FoEE (Friends of the Earth Europe), SEI (Stockholm Environment Institute) (2009): The 40% Study. Mobilising Europe to achieve climate justice. Brüssel, Stockholm: FoEE, SEI.

Hamilton, K. (2009): Unlocking Finance for Clean Energy: The Need for 'Investment Grade' Policy. London: Chatham House. Energy, Environment and Development Programme Paper 04/09.

Holm-Müller, K., Weber, M. (2010): Plädoyer für eine instrumentelle Flankierung des Emissionshandels im Elektrizitätssektor. [http://www.umweltrat.de/cae/servlet/contentblob/1098104/publicationFile/88541/2010\\_06\\_Emissionshandel\\_Strom.pdf](http://www.umweltrat.de/cae/servlet/contentblob/1098104/publicationFile/88541/2010_06_Emissionshandel_Strom.pdf) (18.08.2010).

Hundt, M., Barth, R., Sun, N., Wissel, S., Voß, A. (2009): Verträglichkeit von erneuerbaren Energien und Kernenergie im Erzeugungsportfolio. Technische und ökonomische Aspekte. Stuttgart: Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007): Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.

Klaus, T., Vollmer, C., Werner, K., Lehmann, H., Müschen, K. (2010): Energieziel 2050: 100% Strom aus erneuerbaren Quellen. Vorabdruck für die Bundespressekonferenz am 7. Juli 2010. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

Nicolosi, M. (2010): Wind Power Integration and Power System Flexibility. An Empirical Analysis of Extreme Events in Germany under the New Negative Price Regime. Köln: Institute of Energy Economics at the University of Cologne. EWI working paper 10/01.

Nitsch, J., Wenzel, B. (2009): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland unter Berücksichtigung der europäischen und globalen Entwicklung. Leitszenario 2009. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

Öko-Institut, Prognos AG (2009): Modell Deutschland - Klimaschutz bis 2050: Vom Ziel her denken. Berlin, Basel: Öko-Institut, Prognos. <http://www.wwf.de/themen/klima-energie/modell-deutschland-klimaschutz-2050/> (19.03.2010).

PwC (PricewaterhouseCoopers), PIK (Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung), IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis), ECF (European Climate Forum) (2010): 100% renewable electricity. A roadmap to 2050 for Europe and North Africa. London, Potsdam, Laxenburg: PwC, PIK, IIASA, ECF. [http://www.pwc.co.uk/pdf/100\\_percent\\_renewable\\_electricity.pdf](http://www.pwc.co.uk/pdf/100_percent_renewable_electricity.pdf) (06.04.2010).

Schlesinger, M., Hofer, P., Kemmler, A., Kirchner, A., Strassburg, S., Fürsch, M., Nagl, S., Paulus, M., Richter, J., Trüby, J., Lutz, C., Khorushun, O., Lehr, U., Thobe, I. (2010): Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung. Studie. Basel, Köln, Osnabrück: Prognos AG, Energiewirtschaftliches Institut, Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH. Projekt Nr. 12/10.

SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) (2010a): 100% erneuerbare Stromversorgung bis 2050: klimaverträglich, sicher, bezahlbar. Berlin: SRU. Stellungnahme 15.

SRU (2010b): Nachhaltige Stromversorgung. Berlin: SRU. Sondergutachten, im Erscheinen.

Sterner, M., Gerhardt, N., Pape, C., Saint-Drenan, Y.-M. (2010): Systemkonflikt in der Transformation der Stromversorgung. Kassel: Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik IWES. Unveröffentlichtes Manuskript.

**Sachverständigenrat für Umweltfragen**  
**Luisenstraße 46, 10117 Berlin**  
**Telefon 030 / 26 36 96-0, Fax 030 / 26 36 96-109**  
**Internet: [www.umweltrat.de](http://www.umweltrat.de), E-Mail: [info@umweltrat.de](mailto:info@umweltrat.de)**