



Wuppertal Institut
für Klima, Umwelt, Energie
GmbH

Thesen des Wuppertal Instituts zum geplanten Energiekonzept der Bundesregierung

Wuppertal, 8. September 2010

Bearbeiter:

Prof. Dr. Manfred Fishedick (Ansprechpartner)

Dr. Stefan Lechtenböhmer

Dr. Stefan Bringezu

Dr. Stefan Thomas

Thesenpapier

Die Bundesregierung diskutiert derzeit die Zukunft der deutschen Energieversorgung mit einem Zeithorizont bis zur Mitte des laufenden Jahrhunderts. Zu diesem Zweck hat sie die Erstellung von Energieszenarien in Auftrag gegeben, die Ende August 2010 (von den drei Forschungsinstituten Prognos, EWI und GWS) veröffentlicht wurden. Auf dieser Basis will sie bis Ende September 2010 einen Beschluss über ein Energiekonzept für Deutschland treffen. Eine erste Fassung dieses Energiekonzeptes ist am 06. September 2010 vorgelegt worden.

Das Wuppertal Institut begrüßt diese Diskussion. Sie ist vor dem Hintergrund der Notwendigkeiten einer massiven Verringerung der Treibhausgasemissionen um mehr als 80% bis zum Jahr 2050 dringend erforderlich. Sehr kritisch sehen wir dagegen die derzeit – zumindest in der öffentlichen Diskussion aber auch in der in Auftrag gegebenen Szenariostudie – zu einseitige Fokussierung auf die Frage einer Verlängerung der Laufzeiten der deutschen Kernkraftwerke.

Mit den folgenden sieben Thesen gehen wir auf die Ergebnisse der im Auftrag der Bundesregierung erstellten Szenariostudie ein und skizzieren in einem größeren inhaltlichen Kontext die aus unserer Sicht zentralen Aspekte und Fragen einer Transformation des Energiesystems – denn um nicht weniger geht es hier – die Transformation zu einem nachhaltigen, d.h. vor allem erheblich effizienteren und maßgeblich durch erneuerbare Energien geprägten Energiesystem.

Mit diesen Thesen soll zu der aktuellen Debatte über die Entwicklungsperspektiven des Energiesystems beigetragen und darauf hingewiesen werden, dass die Diskussion weder auf die aktuell vorgelegte Szenariostudie noch auf aktuelle Beschlüsse der Bundesregierung verengt werden darf, sondern eines grundlegenden Prozesses der gesellschaftlichen Auseinandersetzung bedarf, die fundiert und gründlich geführt werden sollte.

Sieben Thesen zur Transformation hin zu einem zukunftsfähigen deutschen Energiesystem im europäischen und globalen Kontext:

- 1 Die Weichen für eine grundlegende Umgestaltung des Energiesystems müssen heute gestellt werden. _____ 2
- 2 Der Umbau zu einem fast emissionsfreien Energiesystem muss nachhaltig gestaltet werden. _____ 3
- 3 Die Verringerung der in Deutschland ausgestoßenen energiebedingten Treibhausgasemissionen um mindestens 85% ist möglich – auch unter Beibehaltung des bisherigen Atomausstiegsfahrplans. _____ 5
- 4 Die Laufzeitverlängerung der deutschen Kernkraftwerke spielt für den Umbau des Energiesystems eine untergeordnete Rolle und kann ihn potenziell gefährden. _____ 9
- 5 Eine massive Verringerung der CO₂-Emissionen ist wirtschaftlich tragfähig, erfordert aber intelligente Konzepte zur Bewältigung der hohen Anfangsinvestitionen. _____ 11
- 6 Der Umbau der Energieversorgung ist eine langfristige Herausforderung für die gesamte Gesellschaft. _____ 13
- 7 Ein umfassender gesellschaftspolitischer Diskurs über die Strategieelemente der bevorstehenden Transformation ist erforderlich. _____ 15

1 Die Weichen für eine grundlegende Umgestaltung des Energiesystems müssen heute gestellt werden.

Die Energieversorgung steht heute wohl vor ihrer bisher größten Umgestaltungsaufgabe. Dies gilt insbesondere für die aus Klimaschutzgesichtspunkten abzuleitende Notwendigkeit einer weitgehenden Dekarbonisierung (zumindest weitgehenden Reduktion der energiebedingten Treibhausgasemissionen) des Energiesystems bis zur Mitte des Jahrhunderts. Entscheidende Weichenstellungen für diesen Transitionspfad sind heute bereits notwendig.

Die Energieversorgung der Zukunft steht vor massiven strukturellen Herausforderungen, wenn Treibhausgasreduzierungsziele erreicht werden sollen, die aus Sicht der Klimawissenschaft für Industrieländer wie Deutschland bis zur Mitte des Jahrhunderts für notwendig erachtet werden (möglichst 95 %, mindestens aber 80 % bis 2050 gegenüber 1990). Ziel ist deshalb der langfristige Umbau der Energieversorgung. Der damit verbundene Transitionsprozess ist umsichtig zu planen und muss auf robusten Strategieelementen basieren, die sich bei allen Unsicherheiten der zukünftigen Entwicklung aus heutiger Sicht als richtungssicher erweisen. Jetzige Entscheidungen dürfen den Umbaupfad nicht gefährden und müssen bereits so getroffen werden, dass zukünftige Systemanforderungen antizipiert werden, zugleich aber Anpassungsmöglichkeiten bestehen bleiben.

Das zu entwickelnde Energiekonzept der Bundesregierung sollte daher mehr vom Ende her gedacht werden. Die bislang vorgelegten Szenarien bilden für diesen Perspektivwechsel zwar eine wichtige Diskussionsbasis und skizzieren ambitionierte Entwicklungspfade, die in den Zielszenarien zu einer Reduktion der Treibhausgasemissionen von 85,3% bis 86% bis 2050 führen. Sie gehen gleichwohl zu stark von der Status-Quo-Perspektive aus und prüfen die umgesetzten Maßnahmen zu wenig auf Kompatibilität mit den langfristigen Systemanforderungen. So lautet die Ausgangsfrage „was passt zu einer Verlängerung der Laufzeit von Kernkraftwerken“ statt „welcher konventionelle Kraftwerkspark kann idealer Weise den erforderlichen weiteren Ausbau erneuerbarer Energien ergänzen und damit eine wirkliche Brückenfunktion übernehmen“. Dies ist insofern verwunderlich als alle untersuchten Zielszenarien unabhängig von der Laufzeit der Kernkraftwerke für das Jahr 2050 Anteile der erneuerbaren Energien von mehr als 80% an der Stromerzeugung aufweisen.

Das zu entwickelnde Energiekonzept der Bundesregierung sollte zudem von den realen Verhältnissen ausgehen. In der Szenariostudie wird selbst in der Referenzentwicklung ein ambitionierter Pfad abgebildet und eine Rückführung der Treibhausgasemissionen von 62,2% dargestellt. Ob dies tatsächlich unter Referenzbedingungen erreichbar ist, erscheint jedoch angesichts des Scheiterns des Kopenhagener Klimagipfels zumindest diskussionswürdig.

2 Der Umbau zu einem fast emissionsfreien Energiesystem muss nachhaltig gestaltet werden.

Klimaschutz ist heute zwar die wichtigste, aber bei weitem nicht die einzige Herausforderung für die Energieversorgung der Zukunft. Bei den Entscheidungen über die künftigen Strukturen sind zusätzliche ökologische Gesichtspunkte ebenso zu berücksichtigen wie ökonomische und soziale Aspekte. Die zukünftigen Energiesysteme müssen versorgungssicher und risikoarm sein sowie zugleich anpassungsfähig an sich verändernde Rahmenbedingungen (z.B. demographische Faktoren). Auch ist zum Beispiel der Ressourcenaufwand der gewählten Strategieelemente zu bedenken, um Problemverlagerungen zu vermeiden. Rückkopplungseffekte wie die Auswirkungen des maßgeblich durch die Verbrennung fossiler Energieträger verursachten Klimawandels auf die Energieversorgung (z.B. Biomassepotenziale, Kühlwasserverfügbarkeit) sind zu beachten. Insgesamt führt dies zu einer komplexen Entscheidungssituation mit zum Teil sich verstärkenden oder auch gegensätzlichen Zielen.

In dieser Situation müssen bei der Auswahl und Umsetzung von Maßnahmen unerwünschte Nebeneffekte (z.B. Verwendung kritischer Ressourcen, Versorgungssicherheit) möglichst vermieden und Synergieeffekte (z.B. mit der Verbesserung der Luftqualität in den Städten) möglichst ausgeschöpft werden. Dies erhöht nicht nur die Umsetzungschancen, weil potenzielle Widerstände bereits vorweggenommen werden, sondern führt auch ökonomisch betrachtet zu einer effizienteren Lösung, indem auch positive Begleiteffekte ausgeschöpft werden. Notwendig ist dementsprechend eine integrierte, ganzheitliche Perspektive und kein Streben nach Partiallösungen.

Die der Bundesregierung bislang vorgelegten Energieszenarien beziehen sich primär auf die Frage des Klimaschutzes, ergänzende oder gar einzelnen Maßnahmen widersprechende Ziele werden nicht dezidiert behandelt. Insbesondere werden in den Szenarien Nutzungskonkurrenzen um knappe Ressourcen zwar benannt aber nicht in der Breite diskutiert oder gar in die Analyse einbezogen. Dies gilt insbesondere für den Einsatz von Biomasse, die in Form von Bio- oder Agrokraftstoffen in den vorgelegten Energieszenarien langfristig im Verkehrssektor den mit Abstand größten Minderungsbeitrag beisteuert.

Notwendig erscheint vor diesem Hintergrund eine vergleichende ganzheitliche Bewertung der Szenarien. Die vorgestellten Szenarien lassen vermuten, dass ihre Umsetzung mit einem nicht unerheblichen Risiko der Problemverlagerung verbunden wäre. Dies betrifft insbesondere den erheblichen Anteil, den die Biomassenutzung an der Energieversorgung stellen soll. Dies gilt sowohl für das unterstellte Referenzszenario, als auch die teilweise darüber hinausgehenden Alternativszenarien:

- *Nutzungskonkurrenzen zur stofflichen Nutzung von Biomassen werden in den Analysen zwar angesprochen aber nicht explizit berücksichtigt: so wird ein deutlich steigender Anteil der Nutzung fester Biomasse für energetische Zwecke angenommen. Diese Annahme wird vertreten, obwohl zu erwarten ist, dass gleichzeitig auch die Nachfrage nach stofflichen Nutzungen, z.B. für Biomaterialien aus Forst- und Landwirtschaft, inkl. traditioneller Nutzungen z.B. von Holzprodukten, in einem Umfang steigt, der inländisch wahrscheinlich nicht gedeckt werden kann.*

- *Die möglichen Probleme, die aus der globalen Flächennutzung durch den inländischen Verbrauch von Produkten aus Land- und Forstwirtschaft entstehen könnten, werden nicht explizit berücksichtigt (im Gutachten selber findet sich lediglich der Verweis darauf, dass beim Import von Biomasse Nachhaltigkeitsprinzipien berücksichtigt werden sollen): Deutschland und die EU sind aufgrund ihres Verbrauchs bereits heute "Netto-Importeure" von Land. Die steigende Nachfrage nach Non-food-Biomasse (also der energetischen oder stofflichen Verwendung von Biomasse), insbesondere für Energiepflanzen, verstärkt den Druck zur Ausweitung von Anbauflächen insbesondere in tropischen Regionen; daran ändern auch Vorgaben zur Zertifizierung von Biokraftstoffen nichts Grundsätzliches. Bereits die weltweit steigende Nahrungsmittelnachfrage wird nach den vorliegenden Prognosen zu einer Ausweitung der Anbauflächen führen, so dass weitere indirekte Änderungen der Flächennutzung durch zusätzlichen Energiepflanzenanbau zu erwarten sind (land use change). Mit der dadurch drohenden Umwandlung von umfangreichen natürlichen Flächen sind zusätzliche Verluste an Biodiversität und auch vermehrte THG-Emissionen zu erwarten. Dies könnte in den kommenden Jahrzehnten den Emissionsminderungseffekt durch Bio-/Agrokraftstoffe je nach Art und Umfang der verwendeten Biomasse und Umwandlungstechnologie sogar ins Gegenteil wenden.*

Bei der Entwicklung eines zukunftsweisenden Energiekonzeptes sollte die Bundesregierung daher integrierte Szenarien entwickeln, die die gesamte Ressourcennutzung für die Energiebereitstellung berücksichtigen und das Risiko von Problemverlagerungen in andere Regionen und zwischen verschiedenen Aspekten (Klima vs. Biodiversität) möglichst gering halten. Benötigt wird insbesondere ein umfassendes Konzept nachhaltiger Biomassenutzung, das die verschiedenen Verwendungen (Nahrung, Materialien, Energie) ebenso berücksichtigt wie die Möglichkeiten und Grenzen nachhaltiger Produktion im In- und Ausland.

3 Die Verringerung der in Deutschland ausgestoßenen energiebedingten Treibhausgasemissionen um mindestens 85% ist möglich – auch unter Beibehaltung des bisherigen Atomausstiegfahrplans.

Eine territoriale Verringerung der energiebedingten CO₂-Emissionen in Deutschland bis 2050 um mindestens 85% gegenüber 1990 als adäquater Beitrag Deutschlands zur Begrenzung des Anstiegs der Weltmitteltemperatur ist anspruchsvoll, aber auch mit der bestehenden gesetzlichen Regelung zum Atomausstieg realisierbar.

Zahlreiche aktuelle Energieszenarien für Deutschland zeigen, dass eine auf dem Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien und einer sukzessiven Ausschöpfung der Energieeinsparpotenziale basierende Strategie die Möglichkeit schafft, die Energieversorgung des Landes sicher abzudecken und dabei selbst ambitionierte CO₂-Minderungsziele zu erreichen (siehe Zusammenstellung unten). Dennoch gibt es für den Klimaschutz kein Königsinstrument, sondern ist die Anwendung zahlreicher und sehr unterschiedlicher Technologien notwendig, vom energieeffizienten Kühlschrank über energiesparende Antriebssysteme in der Industrie bis hin zu solaren Nahwärmelösungen.

Für Deutschland bestehen – dies zeigen die bisher bereits vorliegenden Szenariobetrachtungen – dabei hinreichende Möglichkeiten, die Klimaschutzziele auch ohne eine Abtrennung und Lagerung von CO₂ im Kraftwerksbereich (CCS: Carbon Capture and Storage) und ohne eine Verlängerung der Laufzeit der Kernkraftwerke zu erreichen. Dem Grunde nach bestätigen dies - wie die vergleichende Betrachtung in der Tabelle zeigt – mit Blick auf das Ende der Betrachtungsperiode (2050) auch die für die Bundesregierung entwickelten Szenarien. Die Unterschiede in den Szenarien manifestieren sich daher vor allem in der Frage der Ausgestaltung des Weges dahin, der Ausgestaltung des Transformationspfades.

Vom Ende her gedacht bedeutet dies, dass die Laufzeitverlängerung der Kernkraftwerke für den Klimaschutz in Deutschland eher von untergeordneter Bedeutung ist und viel mehr die Frage der Umsetzbarkeit von Maßnahmen in den Bereichen Energieeffizienzsteigerung und Ausbau erneuerbarer Energien in den Mittelpunkt zu rücken ist.

Analysiert man die vorliegenden Klimaschuttszenarien, lassen sich im Verbund mit eigenen Erkenntnissen des Wuppertal Instituts folgende robuste Aussagen ableiten:

- Eine deutliche Energieeffizienzsteigerung auf der Nachfrageseite ist in allen Szenarien von zentraler Bedeutung, nicht zuletzt wegen der hohen, auch wirtschaftlich hochlukrativen Potenziale. Gegenüber heute erscheint dabei eine Halbierung des Energieverbrauchs möglich und wäre eine entscheidende Voraussetzung dafür, dass die Kosten für den Klimaschutz gesenkt werden können.
- Eine reine Fokussierung auf die Energieeffizienzsteigerung greift gleichwohl zu kurz, dagegen erscheint ein ganzheitlicher Ansatz eher zielführend. Insbesondere geht es um die systematische Analyse und Ausschöpfung der Möglichkeiten einer gekoppelten Energieeffizienz- und Ressourceneffizienzstrategie. Durch eine Verringerung des stofflichen Ressourceneinsatzes (z.B. Erhöhung der Recyclingquoten, Verringerung von Materialverschnitt durch Optimierung der Produktionsstrukturen, Wiederverwendung von Ressourcen aus dem Bestand im Sinne des „urban minings“) kann häufig

direkt Energie eingespart werden. Neue ressourcenleichte Produkte (z.B. Leichtbaumaterialien als Ersatzprodukte für herkömmlichen Stahl, neue kalkbasierte Bindemittel als Ersatz für herkömmlichen Zement¹) können ebenfalls signifikante Beiträge leisten.

▪ **Tabelle 1: Übersicht ausgewählter Ergebnisse aktueller Energieszenarien für Deutschland (eigene Zusammenstellung)**

Betrachtete Szenarien	Schlüsselindikatoren für 2050					
	-----Allg. Indikatoren -----			-----Stromerzeugung ^a -----		
	Energiebedingte CO ₂ Emissionen (vs. 1990) ^b	Durchschn. jährliche Effizienzsteigerung (2010-2050) ^c	Anteil erneuerbarer Energien am Primärenergiebedarf ^d	Anteil erneuerbarer Energien ^e	Anteil Kernenergie	Anteil fossiler Kraftwerke mit CCS
Leitszenario (Nitsch et al. 2009)	- 80%	2.2%	50%	85%	0	0
Innovationsszenario ohne CCS (prognos, Ökoinstitut 2009)	- 91%	2.8%	76%	97%	0	0
Innovationszenario mit CCS (prognos, Ökoinstitut 2009)	- 90%	2.8%	59%	73%	0	22%
Plan B (Greenpeace 2009)	- 92%	k.A.	90%	100%	0	0
Szenario 3 (FfE2009)	- 68%	2.4%	36%	~ 50%	~ 12%	~ 3%
Energieszenarien Bundesregierung (prognos, ewi, gws 2010) ^f	- 85 %	~ 2.2%	~ 50%	77 – 81%	0 – 2.6%	8 – 9%

Anmerkungen: a: Keine Berücksichtigung von sekundärer Stromerzeugung (d.h. Stromerzeugung von Speicherkraftwerken). b: Alle CO₂ Reduktionen werden heimisch erreicht, damit innerhalb von Deutschland und ohne Zukauf von Emissionsrechten c: Energieeffizienz ist hier definiert als BIP pro Einheit Endenergie nachfrage. d: Die Anteile erneuerbarer Energien sind nach der gebräuchlichen Methode des *physical energy content* bilanziert. e: Anteil enthält Stromimporte aus erneuerbaren Energien in einigen Szenarien. Zusätzlich sind (allein bezogen auf die Stromerzeugung) Szenarioanalysen kürzlich veröffentlicht worden (SRU 2010, UBA 2010), die eine vollständige Deckung des Strombedarfs in Deutschland auf der Basis erneuerbarer Energien beschreiben. f: Die Studie enthält acht Zielszenarien mit unterschiedlichen Annahmen über die Laufzeitverlängerung der Kernkraftwerke, die aufgeführten Zahlen geben die Bandbreite der Ergebnisse wieder.

- Alle langfristigen Klimaschutzstrategien setzen auf einen forcierten Ausbau der erneuerbaren Energien. Eine wichtige Vorreiterrolle spielt dabei die Stromerzeugung. Hier erscheinen Anteile von mindestens 40% in 2020² und mehr als 85% im Jahr

¹ Bei der Herstellung von Alternativprodukten wie sie beispielsweise beim Karlsruher Institut für Technologie entwickelt werden, sind nur noch Temperaturen unter 300 °C notwendig – im Vergleich zu den etwa 1450 °C bei der klassischen Zementherstellung.

² Zum Vergleich: Während das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) einen Anteil von 30% für das Jahr 2020 gesetzlich vorschreibt, geht der aktuelle Nationale Aktionsplan der Bundesregierung für 2020 bereits von Anteilen in der Höhe von 38,6 % aus.

2050 notwendig. Insbesondere die damit verbundenen Aufgaben der Systemintegration erfordern eine politische Flankierung, die über die bisherigen Regelungen im Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) hinausgehen.

- Neben der Regelung und Zwischenspeicherung der fluktuierenden Einspeisung erneuerbarer Energien ist die Anpassung und Weiterentwicklung der Netzstrukturen (Strom, Nah- und Fernwärme, Gas) eine zentrale Voraussetzung auf dem Weg in eine 100%ige regenerative Energieversorgung und erfordert höchste politische Beachtung.
- Konventionelle Kraftwerke, die heute noch den Eckpfeiler der Stromversorgung darstellen, verlieren sukzessive an Bedeutung. Aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften (Regelfähigkeit) eignen sich insbesondere Erdgaskraftwerke zur Flankierung des Ausbaus erneuerbarer Energien.
- Durch den starken Ausbau der erneuerbaren Energien, insbesondere der fluktuierend in das Stromnetz einspeisenden Wind- und Solaranlagen, werden an den Kraftwerkspark zukünftig ganz andere Laständerungsanforderungen gestellt und die An- und Abfahrhäufigkeit deutlich zunehmen. Die tradierten Grund-, Mittel- und Spitzenlaststrukturen werden heute schon zunehmend aufgeweicht und perspektivisch ganz verschwinden. Erdgaskraftwerke sind hingegen deutlich flexibler zu betreiben und weisen nur etwa halb so große Kapitalkosten auf. Erdgas kann zudem in Form von kleinen, dezentralen KWK-Anlagen eingesetzt werden, die mit Hilfe eines Wärmespeichers zusätzliche Regelungsaufgaben übernehmen können.
- Kohlekraftwerke ohne Kohlenstoffabscheidung sind langfristig nicht kompatibel mit ambitionierten Klimaschutzziele. Mit Kohlenstoffabscheidung sind Kohlekraftwerke allerdings sehr fixkostenintensiv und weisen für die Ausregelung der fluktuierenden Einspeisung erneuerbarer Energien deutliche Schwächen auf.
- Wenngleich die vorliegenden Szenariobetrachtungen implizieren, dass ambitionierte Klimaschutzziele auch ohne eine Abtrennung und Lagerung von CO₂ im Kraftwerksbereich zu erreichen ist, kann sich CCS aber aufgrund fehlender Alternativen im Bereich der prozessbedingten (also nicht-energiebedingten) CO₂-Emissionen der Industrie je nach zu erreichendem Minderungsziel als notwendig erweisen.
- Geht man davon aus, dass die Potenziale der CO₂-Speicherung begrenzt sind, dürften sie primär für die Lagerung prozessbedingter CO₂-Emissionen aus der Industrie zur Anwendung kommen. Kraftwerksseitig hätte die Speicherung von CO₂ aus Biomasse- respektive Erdgaskraftwerken aufgrund der Nettominderungseffekte (Biomasse) oder Mengenanbilanzen (Erdgas) deutliche Vorteile gegenüber der Einbindung von CO₂ aus Kohlekraftwerken.

Die der Bundesregierung bislang vorgelegten Energieszenarien setzen insbesondere am Ende des Betrachtungszeitraums ebenfalls auf alle oben aufgeführten, maßgeblichen Strategieelemente für den Klimaschutz. Neben der generellen Aussage, dass ambitionierte Klimaschutzziele in Deutschland erreichbar und volkswirtschaftlich tragfähig sind, stellen auch die Szenarien, die der Bundesregierung vorgelegt wurden, insbesondere die Notwendigkeit heraus, den Primärenergiebedarf bis zur Mitte des Jahrhunderts durch Effizienzsteigerungen

deutlich zu mindern und den Versorgungsanteil erneuerbarer Energien drastisch auszubauen:

- *In den Zielszenarien wird bis zur Mitte des Jahrhunderts in etwa von einer Halbierung des derzeitigen Primärenergiebedarfs ausgegangen (davon entfällt auf den Bereich der Gebäudemodernisierung der größte Beitrag). Außerdem nehmen sie an, dass wiederum etwa die Hälfte des verbleibenden Energiebedarfs im Jahr 2050 durch erneuerbare Energien gedeckt werden kann. Selbst unter Referenzbedingungen erwarten die Gutachter einen Rückgang des Energiebedarfs um 34,2 % gegenüber dem Jahr 2008 und eine Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien von 8,1% in 2008 auf 32,8% im Jahr 2050.*
- *Augenfällig ist vor allem der dominierende Beitrag der erneuerbaren Energien für die Stromerzeugung, der je nach Zielszenario zwischen 76,5% und 81,1% liegt (ohne Berücksichtigung von Stromimporten). Damit kommt der Frage, wie dieser Ausbau am besten erreicht werden kann, wie der Weg dorthin aussehen kann (Transitionsprofil) und welche Voraussetzungen dafür erfüllt werden müssen (technische und infrastrukturelle Voraussetzungen der Systemintegration des fluktuierenden Energieangebotes und des korrespondierenden Netzausbaus), eine entscheidende Bedeutung zu.*
- *Trotz des spezifischen Untersuchungsauftrages sind die Ergebnisse der Energieszenarien zumindest für das Ende des Betrachtungszeitraumes (2050) grundsätzlich durchaus vergleichbar mit den Eckpunkten anderer kürzlich veröffentlichter Szenarien und reihen sich gut in diese ein³.*

Zu kurz greift dagegen in den nun vorgelegten Energieszenarien für die Bundesregierung die Analyse, wie dieser Zustand erreicht werden soll und inwiefern eine Laufzeitverlängerung der Kernkraftwerke mit dem Transitionsprofil wirklich kompatibel ist (vgl. dazu auch die folgende These 4). Aufgrund der komplexen Wechselwirkungen kommt der Analyse des Zusammenspiels der einzelnen Klimaschutzbausteine auf der Zeitachse aber eine besondere Bedeutung zu. Zudem können Investitionsentscheidungen in langlebige Technologien, wie Kraftwerke oder eine suboptimale Dämmung der Gebäudehülle, über mehrere Jahrzehnte Kapital und Strukturen fixieren und dann eine weitergehende Transformation verhindern (Lock-in-Effekt).

³ Anmerkung: Das vom WWF in Auftrag gegebene Szenario "Modell D - Klimaschutz 2050" ist ebenfalls unter Beteiligung von Prognos erarbeitet worden und kommt - aufgrund anderer Grundannahmen - zu dem Ergebnis, dass auch ohne Laufzeitverlängerung sogar eine 95-prozentige Treibhausgasreduktion bis 2050 möglich und volkswirtschaftlich tragfähig ist.

4 Die Laufzeitverlängerung der deutschen Kernkraftwerke spielt für den Umbau des Energiesystems eine untergeordnete Rolle und kann ihn potenziell gefährden.

Eine Laufzeitverlängerung der deutschen Kernkraftwerke spielt für die benötigte Transformation des Energiesystems nur eine untergeordnete Rolle. Gleichzeitig sind die ökonomischen Vorteile begrenzt. Dagegen besteht die Gefahr, dass die Kernstrategien Energieeffizienz und Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung durch die Laufzeitverlängerung eher behindert werden. Zudem wird durch einen solchen Schritt eine erhebliche Unsicherheit über den weiteren Entwicklungspfad des deutschen Stromsystems induziert und Investitionen in den Umbau der Energieversorgung verlangsamt.

Unabhängig von der unterstellten Laufzeitverlängerung kommen die der Bundesregierung vorgelegten Szenarien zu ähnlichen Ergebnissen für den Energie- und Technologiemarkt im Jahr 2050, wenn ambitionierte Treibhausgasreduzierungsziele erreicht werden sollen.

Die Laufzeitverlängerung hat, so die Analyse der vorgelegten Szenarien, über den Großhandelspreis primär Auswirkungen auf die Strompreise für die stromintensive Industrie und wirkt sich in den getroffenen Annahmen der Energieszenarien für diese deutlich kostenentlastend aus. Für nicht stromintensive Industriezweige gibt es jedoch gegenüber der Referenz kaum eine Änderung der Strompreise; je nach Annahmen zu den Nachrüstkosten steigen die Preise sogar leicht. Es gibt dagegen zwischen den acht Zielszenarien und der Referenzentwicklung praktisch keinen Unterschied bei den Strompreisen für die Privathaushalte und damit entgegen der häufig vorgebrachten These keinen Preisminderungseffekt der Laufzeitverlängerung. Die Kosteneinsparung verbleibt damit primär bei den Betreibern bzw. der stromintensiven Industrie.

Die gesamtwirtschaftlichen Effekte der Zielszenarien werden als leicht positiv eingeschätzt. Insgesamt wird ein um 0,5% bis 0,6% höheres Bruttoinlandsprodukt und gewisse Beschäftigungsimpulse gegenüber der Referenzentwicklung zur Mitte des Jahrhunderts ausgewiesen. Dieser Effekt ist aber vor allem maßgeblich auf den Ausbau der erneuerbaren Energien und der Erhöhung der Energieeffizienz zurückzuführen, indem diese langfristig dazu beitragen, den Import fossiler Energieträger zu senken und damit gerade nicht bzw. bestenfalls am Rande der Laufzeitverlängerung zuzuordnen. Über einen derart langen Zeitraum betrachtet bleiben die Ergebnisse zudem im Unsicherheitsbereich und sind nicht signifikant.

Für den wirtschaftlichen Betrieb einzelner Kraftwerke sind die Annahmen über die Nachrüstkosten entscheidend. Insbesondere ältere Anlagen würden dann frühzeitig stillgelegt werden. Der Preissenkungseffekt auf der Großhandelsebene bleibt nach den Annahmen der Gutachter selbst bei höheren Nachrüstkosten erhalten, auf die Haushaltsstromtarife ergeben sich ebenso nur marginale Auswirkungen. Dementsprechend würden sich hohe Nachrüstkosten vor allem Gewinnmindernd bei den Betreibern auswirken.

Die Importabhängigkeit nimmt in den Szenarien trotz der auslaufenden heimischen Förderung von Gas, Öl, Stein- und perspektivisch auch Braunkohle bis 2050 insgesamt signifikant ab. Maßgeblich hierfür sind die rückläufige Primärenergienachfrage und der deutliche Ausbau der erneuerbaren Energien. Die Eigenversorgungsquote erhöht sich von heute 29% auf rund 46% in den Zielszenarien und 39% in der Referenzentwicklung bis zum Jahr 2050. Al-

Irdings ergibt sich eine deutliche neue Importabhängigkeit von bis zu 25% in den Zielszenarien bei der Stromversorgung sowie bei dem Einsatz von Biomasse, die zu knapp 20% aus dem Ausland eingeführt werden muss.

Die Analysen in den von der Bundesregierung vorgelegten Szenarien zeigt bereits, dass die volkswirtschaftlichen Vorteile einer Laufzeitverlängerung, wenn vorhanden, nur sehr begrenzt ausfallen und überdies einseitig verteilt bleiben. Gänzlich unbeachtet lassen die Szenarien dagegen die Kernfrage einer möglichen strukturellen Behinderung der notwendigen Systemveränderungen durch die Laufzeitverlängerung, z.B. weil die Kernkraftwerksbetreiber ein geringeres Interesse am Ausbau erneuerbarer Stromerzeugung und der entsprechenden Umstrukturierung des Stromnetzes haben und erhebliche Investitionen (Nachrüstmaßnahmen) in eine auslaufende Technologie fließen, die dann für zukunftsfähigere Zwecke fehlen. Auch das Interesse der vier großen Stromerzeuger und der Verbraucher/-innen an der Endenergieeffizienz kann leiden, wenn die Strompreise tatsächlich sinken sollten und wenn die Stromwirtschaft Überkapazitäten aufweist. Letztlich stärkt die Laufzeitverlängerung den Konzentrationseffekt im Bereich der Stromversorgung und schwächt die Investitions- und Marktzugangsmöglichkeiten kleinerer Unternehmen⁴.

⁴ Dabei könnten vor allem Stadtwerke in ihren Investitionen auf der Zeitachse behindert werden (aktuell planen die kommunalen Stadtwerke Investitionen von rund 12 Mrd. Euro, davon etwa die Hälfte in erneuerbare Energien).

5 Eine massive Verringerung der CO₂-Emissionen ist wirtschaftlich tragfähig, erfordert aber intelligente Konzepte zur Bewältigung der hohen Anfangsinvestitionen.

Eine weitgehende Verminderung der energiebedingten CO₂-Emissionen ist nicht nur technisch möglich, sondern aus Gründen der Gefahrenabwehr und Schadensbegrenzung auch ohne Alternative. Sie ist aber auch wirtschaftlich tragfähig, wenngleich die Grenzkosten der CO₂-Vermeidung oberhalb von 85% Minderung vermutlich deutlich ansteigen werden, falls das Ziel ausschließlich durch Emissionsminderungen im eigenen Land erreicht werden soll. Den potenziellen Kosten für den Klimaschutz sind aber stets die zu vermeidenden Anpassungs- und Schadenskosten entgegenzurechnen. Von entscheidender Bedeutung ist, dass in den nächsten Jahren massive finanzielle Vorleistungen für den Klimaschutz zu erbringen sind z.B. für die energetische Sanierung des Gebäudebestandes, den weiteren Ausbau erneuerbarer Energien und dazu erforderlicher Netzstrukturen sowie für neue Mobilitätslösungen. Neben der staatlichen Förderung wird es dazu auch intelligenter Konzepte zur Einbindung privaten Kapitals bedürfen.

Die Aussagen zu den volkswirtschaftlichen Kosten des Klimaschutzes sind in den vorliegenden Klimaschutzszenarien uneinheitlich. Manche Szenarien gehen davon aus, dass sich nach anfänglich signifikanten Mehrkosten schon in ca. 20 Jahren Nettoersparnisse ergeben werden. D.h. die Investitionen in den Klimaschutz werden sich – selbst ohne Berücksichtigung der vermiedenen Klimaschäden – relativ zügig als volkswirtschaftlich bezahlt machen. Andere Szenarien erwarten, dass der Klimaschutz kumuliert betrachtet bis zum Jahr 2050 Kosten verursacht. Prognos und Öko-Institut gehen in ihren Analysen für den WWF beispielsweise von kumulierten Kosten bis zum Jahr 2050 in Höhe von 0,3% des BIP aus; ab 2040 oder 2045 führt dabei Klimaschutz in den laufenden Ausgaben der Volkswirtschaft schon zum Gewinn. Zusätzlich stehen solche Kostenbetrachtungen stets unter dem Vorbehalt hoher Unsicherheiten (z.B. Entwicklung von Energieträgerpreisen und CO₂-Kosten, technischer Fortschritt).

Setzt man die möglichen BIP-Verluste aber in Beziehung zu den vermiedenen Kosten für die Durchführung von Anpassungsmaßnahmen sowie die Abdeckung von Schäden und berücksichtigt ferner volkswirtschaftlich positive Effekte durch Technologieentwicklung und Beschäftigungsimpulse, so spricht viel dafür, dass sich in jedem Fall ein deutlich positiver Nettoeffekt einstellt.

Massive Weichenstellungen für den Klimaschutz sind gerade in den nächsten 10 Jahren notwendig. Nicht zuletzt wegen der durch die Banken- und Wirtschaftskrise noch einmal verschlechterten Rahmenbedingungen der öffentlichen Haushalte ist die Einbindung privaten Kapitals für die Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen von maßgeblicher Bedeutung. Dabei steht die grundsätzliche Verfügbarkeit privaten Kapitals außer Frage. Entscheidend ist die intelligente Steuerung und die Entwicklung innovativer Finanzierungskonzepte (z.B. Bürgerfonds für die Sanierung von Schulen und Rathäusern, Energieeffizienzfonds). Mit einem intelligenten Energie- und Klimakonzept kann privates Kapital einer für Umwelt und Gesamtwirtschaft produktiven Verwendung in Deutschland zugeführt werden, anstatt sich spekulative Anlagen in aller Welt zu suchen.

Die der Bundesregierung vorgelegten Energieszenarien weisen ebenfalls darauf hin, dass ambitionierte Klimaschutzziele gesamtwirtschaftlich eher vorteilhaft sein werden und dies trotz der von ihnen bis 2050 kontinuierlich relativ niedrig erwarteten Energiepreise. Die Einbeziehung von Schadensvermeidungs- und Anpassungskosten würde dieses Bild ebenso verstärken wie die Einbeziehung von externen Kosten insgesamt.

6 Der Umbau der Energieversorgung ist eine langfristige Herausforderung für die gesamte Gesellschaft.

Der Umbau der Energieversorgung ist kein Selbstläufer, sondern stellt die Branche, aber auch die Gesellschaft insgesamt, vor große Herausforderungen.

Aus heutiger Sicht ergeben sich folgende Herausforderungen im einzelnen.

- **Technologische Herausforderung:** ein Schwerpunkt liegt dabei auf der Entwicklung von Technologien für die Systemintegration erneuerbarer Energien (z.B. Speicher- und Hybridsysteme, Prognosemethoden, Demand Side Management, Kombikraftwerke)
- **Kompatibilitätsherausforderung:** Kooperation und Zusammenspiel zwischen konventionellen Anlagen und neuen Technologien (Systemintegration erneuerbarer Energien)
- **Infrastrukturherausforderung:** Weiterentwicklung geeigneter Infrastrukturen (z.B. smart und super smart grid)
- **Institutionelle Herausforderungen:** Die Umgestaltung des Energiesystems erfordert erhebliche Produkt-, Prozess- und Systeminnovationen einerseits und Systemanpassungen (z.B. Preisbildungsmechanismen am Strommarkt: Regelenergie- und Reservekapazität) andererseits
- **Ressourcenherausforderung:** Intelligenter Umgang mit begrenzten Ressourcen betrifft nicht nur fossile Energieträger. Vermeidung von negativen Ressourcenauswirkungen (insbesondere bei der Nutzung von Biomasse) und Berücksichtigung kritischer Ressourcen und Materialien (z.B. toxische Materialien)
- **Herausforderung der Kapitalverfügbarkeit:** Abdeckung der Investitionserfordernisse (insbesondere der notwendigen Vorleistungen: pay now – earn back money later) und intelligente Allokation des Kapitals (inkl. privaten Kapitals)
- **Herausforderung Stakeholder:** Überwindung der Beharrungskräfte etablierter Stakeholder
- **Politik-Herausforderung:** Die Umsetzung der skizzierten Klimastrategie erfordert den Abschluss eines internationalen Klimaschutzabkommens, denn die Klimaschutzbemühungen Deutschlands müssen Teil einer globalen Klimaschutzstrategie sein. Integrative regionale, nationale und internationale Politikinitiativen (multi-level approach) sind zudem erforderlich, um die Hemmnisse für den Strukturwandel auf nationaler Ebene zu überwinden und die Anreize richtig zu setzen
- **Soziale Herausforderung:** Öffentliche Wahrnehmung (z.B. Paradigmenwechsel bei den erneuerbaren Energien von der bisherigen Fokussierung auf kleine, dezentrale Anlagen auf zukünftig vermehrt größere zentrale Anlagen) und gesellschaftliche Akzeptanz (z.B. hinsichtlich von Infrastrukturmaßnahmen); eine offene Frage ist auch, in welchem Umfang die Nachfrage nach Wohnraum, Gütern und Dienstleistungen immer weiter steigen soll oder ob eine genügsamere Gesellschaft möglich und aus unterschiedlichen Gründen auch erstrebenswert ist

Die der Bundesregierung vorgelegten Energieszenarien setzen sich primär mit den technischen Fragestellungen von Klimaschutzpfaden auseinander und stellen damit nur einen Teilbaustein für die Diskussion der Ausgestaltung des notwendigen Transitionspfades zur Verfügung.

Hinsichtlich der politischen und gesellschaftlichen Wahrnehmung erscheint es vor allem problematisch, dass bereits im Referenzszenario Annahmen zugrunde gelegt werden, die auf massive Klimaschutzanstrengungen zulaufen. Hiermit wird impliziert, dass ambitionierte Minderungsziele quasi von allein (eben in der Referenzentwicklung) erreicht werden könnten. Ob dies angemessen ist, erscheint angesichts des Scheiterns des Kopenhagener Klimagipfels zumindest diskussionswürdig.

7 Ein umfassender gesellschaftspolitischer Diskurs über die Strategieelemente der bevorstehenden Transformation ist erforderlich.

Die Gestaltung der Transformation des Energiesektors erfordert eine mutige, konsequente und kontinuierliche politische Flankierung. Dabei ist Handeln mit Augenmaß und Weitsicht erforderlich. Es geht einerseits darum, langfristige Weichenstellungen zu setzen (z.B. für den Aufbau neuer Infrastrukturen), andererseits darum, die Handlungs- und Steuerungsfähigkeit des Staates dauerhaft zu erhalten (Anpassungsfähigkeit an sich verändernde Rahmenbedingungen). Die Umsetzung ambitionierter Mindestziele ist keine rein staatliche Aufgabe, sondern gelingt nur, wenn der überwiegende Anteil der Gesellschaft auf diesem Weg mitgenommen werden kann. Hierzu bedarf es eines umfassenden gesellschaftspolitischen Diskurses über die richtigen Strategieelemente.

Die politische Flankierung eines Klimaschutzpfades ist eine komplexe Aufgabe. Sie wird nur gelingen, wenn die relevanten Akteure ungeachtet ihrer jeweiligen Zuständigkeiten an einem Strang ziehen. Dazu bedarf es nicht nur einer interministeriellen Zusammenarbeit, sondern auch der Ausgestaltung eines in sich konsistenten Politikmixes unter Einschluss der verschiedenen Ebenen – von der lokalen, regionalen Ebene über die Bundesländer und den Bund bis zu der EU und der internationalen Einbindung (multi-level Ansatz).

In der Gesellschaft gibt es heute eine tiefe Verunsicherung über die zukünftigen Strukturen der Energieversorgung – nicht zuletzt aufgrund der komplexen Zusammenhänge aber auch der widersprüchlichen Äußerungen der Parteien und maßgeblicher Multiplikatoren. Dies kommt unter anderem durch die zunehmenden Widerstände gegenüber Infrastrukturmaßnahmen vor Ort zum Ausdruck. Es fehlt bisher insbesondere die Möglichkeit, einzelne Projekte in den Gesamtzusammenhang einordnen zu können. Hierzu bedarf es eines in der Breite der Bevölkerung abgedeckten Orientierungsrahmens, der nur auf der Basis eines gesellschaftspolitischen Diskurses entstehen kann.

Wie angedeutet, erscheinen die Energieszenarien der Bundesregierung für die energiepolitische Diskussion nicht hinreichend. Wichtig wären für die weitere Diskussion über die Ausgestaltung des Transformationsprozesses unter anderem

- für die Entwicklung zusätzlicher Szenarien, mindestens ein
 - „realistisches“ Referenzszenario,
 - Zielszenario ohne Laufzeitverlängerung,
 - Zielszenario ohne Stromimportabhängigkeit,

um andere gesellschaftspolitische Präferenzen abbilden und transparent vergleichen zu können.

- die Durchführung von Sensitivitätsanalysen und Variantenbetrachtungen, die die Unsicherheiten bei den wichtigen Parametern jenseits der Kostenannahmen für die Nachrüstung der Kernkraftwerke aufnehmen (z.B. Energieträgerpreise, Verfügbarkeit von CCS, Verfügbarkeit nachhaltiger Biomasseressourcen im In- und Ausland, rechtzeitiger Netzausbau und Ausbau der grenzüberschreitenden Kuppelstationen).

- die Analyse, in wie weit mit alternativen Investitionen in Höhe von 20 Mrd. Euro, d.h. des in der Variantenbetrachtung für die Nachrüstung der Kernkraftwerke bei der beschlossenen Laufzeitverlängerung von 8 bis 14 Jahren für erforderlich gehaltenen Betrages, gesamtwirtschaftlich höhere positive Wirkungen erzielt werden können (z.B. Investitionen insbesondere in Energieeffizienzmaßnahmen oder Ausbau dezentraler KWK bzw. erneuerbaren Energien).

Die der Bundesregierung bislang vorgelegten Energieszenarien nehmen zu der politischen Umsetzung des Transformationsprozesses nicht im Detail Stellung. Zu den Szenarien findet kein geordneter und von der Bundesregierung gestalteter gesellschaftspolitischer Diskurs statt. Vielmehr geht es jetzt darum, bereits im Verlauf des September 2010 (d.h. vier Wochen nach Vorlage der Energieszenarien) ein Energiekonzept im Kabinett zu verabschieden.

Zudem erscheint die Verabschiedung eines Energiekonzeptes allein nicht tragfähig. Notwendig erscheint vielmehr die Einbettung der erforderlichen Maßnahmen in ein deutlich verbindlicheres Klimaschutzgesetz und die Einrichtung eines möglichst unabhängigen Beirats, um die Fortschritte auf dem Transformationspfad zu bewerten und ggf. zusätzliche Vorschläge abzuleiten. Dabei sollte von vornherein ein ganzheitlicher Ansatz verfolgt werden und insbesondere auch die Aspekte der Ressourceneffizienz angemessen berücksichtigt werden.