

Nachtrag: Deutschlands Beitrag zur Lösung des Weltklimaproblems – Was lässt sich erreichen?

22

Ergänzend zu den Beiträgen, die im ifo Schnelldienst Nr. 7/2007 zum Klimawandel veröffentlicht wurden, legen Ottmar Edenhofer, Christian Flachsland und Thomas Bruckner dar, welchen Beitrag Deutschland zur Lösung des Weltklimaproblems ihrer Meinung nach leisten sollte.



Ottmar Edenhofer*



Christian Flachsland*



Thomas Bruckner*

Deutschland und Europa: Schlüsselrolle beim globalen Klimaschutz

Deutschland verursacht 2,5% der weltweiten Treibhausgasemissionen, der Anteil der EU beläuft sich auf 12%. Auf den ersten Blick scheint daher auch der Spielraum Deutschlands und der EU bei der Lösung des Klimaproblems gering zu sein. Bei genauerem Hinsehen allerdings zeigt sich, dass Deutschland und Europa durchaus eine Schlüsselrolle beim globalen Klimaschutz übernehmen können und dies auch tun sollten.

Niemand bestreitet heute ernsthaft, dass der Anstieg der globalen Mitteltemperatur vor allem durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe verursacht wird. Kontrovers diskutiert wird aber, ob sich eine ambitionierte Reduktion der Treibhausgasemissionen auch ökonomisch rechtfertigen lässt. Auf die Frage, ob eine ehrgeizige Klimapolitik ökonomisch sinnvoll ist, müssen sowohl Europa als auch die Weltgemeinschaft eine Antwort finden.

Der frühere Chefökonom der Weltbank Nicholas Stern weist in seinem Bericht »The Stern Review on the economics of climate change« nach, dass auf globaler Ebene die Schäden eines ungebremsten Klimawandels höher sind als bisher vermutet. Er zeigt aber auch, dass die Kosten der Verminderung von Emissionen wesentlich geringer eingeschätzt werden können, als dies noch vor wenigen Jahren der Fall war.

Neubewertung der Schäden

Vor allem amerikanische Ökonomen haben gezeigt, dass der Klimawandel in ökonomisch entwickelten Regionen (USA, Europa) höhere Schäden verursachen wird als bisher angenommen. Darüber hinaus konnten in den letzten Jahren

Schwellenwerte im Erdsystem identifiziert werden, deren Überschreiten zu dramatischen Folgen führen kann: Die Versauerung der Ozeane und das Austrocknen des Regenwaldes infolge des Klimawandels etwa können die Erderwärmung noch weiter beschleunigen. Darum raten viele Naturwissenschaftler zum Vorsichtsprinzip. Der Anstieg der globalen Mitteltemperatur gegenüber dem vorindustriellen Niveau solle auf 2°C begrenzt werden, um diese Risiken auszuschließen. Auch Ökonomen könnten sich mit dem Vorsichtsprinzip anfreunden, wenn gezeigt werden kann, dass die Begrenzung des Anstiegs der globalen Mitteltemperatur auf 2°C zu Klimaschutzkosten machbar ist, die eine noch akzeptable Belastung der Weltwirtschaft darstellen.

Korrektur der Klimaschutzkosten

Neuere Untersuchungen am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, die der britische Regierungsberater Nicholas Stern in seinem Klima-Bericht mehrfach zustimmend zitiert und die auch im Vierten Sachstandsbericht des IPCC ausführlich diskutiert werden, zeigen, dass die bisher gemachten Abschätzungen zu den Kosten des Klimaschutzes beträchtlich nach unten korrigiert werden müssen, wenn die Innovationsfähigkeit der Weltwirtschaft berücksichtigt wird. Mit weniger als 1% des weltweiten Wirtschaftswachstums lässt sich das 2°-Ziel erreichen, was darauf hinausläuft, dass sich das Wirtschaftswachstum im 21. Jahrhundert lediglich um wenige Monate verzögert. Die Frage der Ökonomen, ob sich

* Dr. Ottmar Edenhofer ist Chefvolkswirt des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung, Christian Flachsland ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, Dr. Thomas Bruckner ist Mitarbeiter am Institut für Energietechnik der Technischen Universität Berlin und gegenwärtig als Heisenberg-Stipendiat am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung.

Klimaschutz lohnt, ist damit beantwortet: Ambitionierter Klimaschutz ist nicht nur geboten, sondern auch finanzierbar. Um das 2°-Ziel zu erreichen, müssen die kumulierten globalen CO₂-Emissionen im 21. Jahrhundert von insgesamt 7 300 Mrd. Tonnen auf 2 300 Mrd. Tonnen Kohlendioxid reduziert werden. Die entstehende »Vermeidungslücke« von 5 000 Mrd. Tonnen CO₂ kann aber dann zu vertretbaren Kosten geschlossen werden, wenn die Politik durch ambitionierte Technologieförderung in ausreichendem Maße Innovationen mobilisiert.

Die technischen Optionen

Dabei dreht sich der Streit um vier große energiepolitische Optionen: der Einsatz der Nuklearenergie, die erneuerbaren Energieträger, Abscheidung von Kohlendioxid und dessen Deponierung im geologischen Untergrund sowie die Energieeffizienz. Die einzelnen Optionen können dabei nicht isoliert betrachtet werden, sondern müssen als Gesamtstrategie beurteilt werden.

Die Nutzung der Kernenergie verursacht auch dann, wenn man den Bau und die Entsorgung der Kraftwerke berücksichtigt, nur geringe CO₂-Emissionen. Global betrachtet ist sie aber kein Königsweg für den Klimaschutz. Zurzeit tragen 435 Leichtwasserreaktoren 17% zur weltweiten Stromproduktion bei. In den nächsten drei Dekaden wird sich die globale Stromproduktion mindestens verdoppeln. Um den Anteil der Nuklearenergie an der Stromproduktion auch nur konstant zu halten, müssten weitere 400 Leichtwasserreaktoren gebaut werden – geplant sind im Augenblick lediglich 28. Um wenigstens im Stromsektor den Hauptteil der langfristig erforderlichen Emissionsminderung zu übernehmen – d.h. um etwa zwei Drittel des zukünftigen Strombedarfs zu decken, müsste die Anzahl der Kernkraftwerke etwa verachtacht werden. Dies würde beim Einsatz von Leichtwasserreaktoren zu einer zunehmenden Knappheit des Natururans und zu einem erheblichen Anstieg der Brennstoffkosten führen – von dem damit einhergehenden Anstieg des Risikos eines ernstzunehmenden Nuklearunfalls ganz zu schweigen.

Durch den Einsatz von schnellen Brütern könnte im Verbund mit einer Wiederaufarbeitung der Brennelemente der Ressourcenengpass zwar im Prinzip vermieden und die damit einhergehende Endlagerproblematik entschärft werden. Erkauft würde dies aber durch den Einstieg in die Plutoniumwirtschaft, die aufgrund ihrer inhärenten Vulnerabilität im Zeitalter terroristischer Bedrohungen als Zukunftsmodell für eine globale Energiewirtschaft nicht ernsthaft in Erwägung gezogen werden kann. Abgesehen davon hat sich auch der Betrieb von schnellen Brütern in der Vergangenheit immer wieder als höchst störanfällig erwiesen.

Zu rechtfertigen wäre ein massiver globaler Ausbau der Kernenergienutzung aus Klimaschutzgründen unter Berücksichtigung des Betriebsrisikos, der weiterhin ungeklärten Endlagerfrage und der Proliferationsfrage nur dann, wenn es keine wirtschaftlich vertretbaren Alternativen gäbe. Nur unter dieser Voraussetzung würde der massive Einsatz von schnellen Brütern zu einem volkswirtschaftlichen Kostenminimum führen. Es stehen jedoch durchaus ökonomisch attraktive Alternativen zur Verfügung. So zeigt eine internationale Modellvergleichsstudie, dass der Beitrag zum globalen Klimaschutz selbst von nuklearenergiefreundlichen Szenarien durchaus als begrenzt eingeschätzt wird.¹ Unsere Berechnungen haben ergeben, dass auf diese Option verzichtet werden kann, wenn ausreichend in den technischen Fortschritt bei erneuerbaren Energieträgern investiert wird. Auch im Hinblick auf eine spätere Nutzung der Kernfusion spielt die Kernspaltung keine Rolle. Beide Technologien sind so verschieden, dass der Kernspaltung keine Funktion als Brückentechnologie zukommt.

Solarenergie, Biomasse, Wind, Wasser und Geothermie haben nach 2030 ein erhebliches Potential bei der weltweiten Primärenergieversorgung. Im Stromsektor könnten Wind, Biomasse und Sonnenenergie bereits 2030 global einen Anteil von 30% erreichen. Auch im Transportsektor können Biokraftstoffe der zweiten Generation eine erhebliche Rolle spielen, um Öl zu ersetzen. Es ist zwar richtig, dass die erneuerbaren Energieträger heute, mit Ausnahme der Windenergie an günstigen Standorten, gegenüber den fossilen Energieträgern noch nicht konkurrenzfähig sind. Die Kosten werden jedoch durch Massenproduktion und eine geschickte regionale Schwerpunktsetzung fallen. So kann in Europa Solarenergie etwa besonders effizient in Andalusien genutzt werden, Windenergie auf der Nordsee und Biomasse in Ostdeutschland und Polen. Damit eine solche europäische Arbeitsteilung Wirklichkeit werden kann, müssen allerdings die europäischen Märkte für die erneuerbaren Energieträger zusammenwachsen. Voraussetzung dafür ist die Schaffung eines europäischen Strommarktes mit einer integrierten Netzstruktur, wie sie von der EU-Kommission und Unternehmen wie Vattenfall gefordert und angestrebt wird.

Die fossile Energie bleibt auch im 21. Jahrhundert eine energie- und klimapolitische Herausforderung. Falls es zu keiner nennenswerten Klimapolitik kommen sollte, werden die Vorkommen von Steinkohle, Braunkohle und Erdgas extensiv genutzt werden. Dabei kann die Kohle nicht nur zur Verstromung eingesetzt werden, durch Verflüssigungsverfahren lassen sich auch Treibstoffe für den Transportsektor herstellen. Die Kohleooption kann jedoch nur dann

¹ O. Ederhofer, K. Lessmann, C. Kemfert, M. Grubb und J. Koehler, »Technological Change: Exploring its Implication for the Economics of Atmospheric Stabilisation«, *The Energy Journal Special Issue, Endogenous Technological Change and the Economics of Atmospheric Stabilization*, 2006, 57–107, hier: 93.

klimaverträglich genutzt werden, wenn die Abscheidung von Kohlendioxid und seine Deponierung im Untergrund möglich wird. Mit diesem Verfahren wäre es auch möglich, Erdgas bei geringen Emissionen in der Stromproduktion zu nutzen.

Die bisher diskutierten Optionen setzen beträchtliche technologische und institutionelle Innovationen voraus. Die Energieeffizienz dagegen lässt sich sehr schnell erhöhen – sie ist eine niedrig hängende Frucht, die schnell geerntet werden kann. Bereits heute ließen sich durch Wärmedämmung an Gebäuden, die Erhöhung der Brennstoffeffizienz bei Fahrzeugen und durch den Ausbau der Kraft-Wärme-Koppelung betriebswirtschaftliche und volkswirtschaftliche Gewinne erzielen; über das 21. Jahrhundert hinweg etwa ließen sich durch die Steigerung der Energieeffizienz 700 Mrd. Tonnen der globalen CO₂-Emissionen einsparen.

Krise der internationalen Klimapolitik?

Bisher konnten sich diese Innovationen auf dem globalen Markt nicht durchsetzen, weil CO₂ dort noch keinen Preis hat. Ein solcher Preis wird etwa mit der Einführung eines globalen Emissionshandelssystems etabliert. Der Marktpreis der Emissionszertifikate entspräche dann den volkswirtschaftlichen Kosten der Emissionen. Ein solcher globaler Kohlenstoffmarkt muss jedoch erst durch internationale Vereinbarungen geschaffen werden.

Wenn nun Klimaschutz zur Vermeidung gefährlichen Klimawandels nicht nur notwendig, sondern auch wirtschaftlich vertretbar ist, warum steckt dann die internationale Klimadiplomatie in ihrem Bemühen um einen globalen Kohlenstoffmarkt in der Krise? Die Antwort ist einfach. Bei der Klimapolitik müssen prinzipiell alle Länder mitmachen. Wenn aber alle verantwortlich sind, ist keiner verantwortlich. Jeder Staat, jedes Unternehmen steht immer in der Versuchung, auszuscheren, die Arbeit von den anderen machen zu lassen und später zu geringen Kosten in den Genuss ihrer Anstrengungen zu kommen. Genau hier liegt das ökonomische Problem der Klimapolitik. Die Klimaverhandlungen haben daher bislang keine wesentlichen Fortschritte gebracht – es wurden keine Verhandlungsfortschritte bei der Übernahme von Reduktionsverpflichtungen durch die größten globalen Emittenten erzielt: die USA, China oder Indien. Vor diesem Hintergrund wird befürchtet, dass Deutschland und Europa durch ihre Vorreiterrolle im Klimaschutz ihre Wettbewerbsposition gegenüber den USA, China und Indien verschlechtern.

Die Kosten des Klimaschutzes für Deutschland und Europa werden entscheidend davon abhängen, in welchem Umfang sich China, Indien und vor allem die USA zu Emissionsminderungen verpflichten. Allerdings liegen zu dieser Frage

gegenwärtig noch keine verlässlichen Studien vor. Was der Stern-Bericht aus *globaler* Perspektive bezüglich der Kosten und Vorteile des Klimaschutzes festgestellt hat, muss für die *europäische* und *deutsche* Energiepolitik erst noch geleistet werden. Bei diesen Studien wird es vor allem darauf ankommen, dass sie den Maßstäben der internationalen Wirtschaftswissenschaft gerecht werden und sich abheben von den zahllosen Schnellschüssen, die einer künftigen Überprüfung kaum standhalten. Dennoch zeichnen sich bereits heute die Konturen eines deutschen und europäischen Beitrags zur Lösung des Klimaproblems ab.

Was Deutschland tun kann

Bundeskanzlerin Angela Merkel hat als Ratspräsidentin der EU durchgesetzt, dass die Treibhausgasemissionen in der EU bis 2020 gegenüber dem Basisjahr von 1990 um 20% sinken sollen. Wenn ein globales Klimaschutzabkommen vereinbart wird, ist die Europäische Union dazu bereit, ihre Emissionen um 30% zu reduzieren. Damit hat sich die EU ein bedeutendes Ziel gesetzt.

Zwar ist noch unklar, welche Verpflichtungen die Mitgliedstaaten beim Erreichen dieser Ziele von 2012 bis 2020 im Einzelnen übernehmen werden. Fest steht jedoch, dass der europäische Emissionshandel die wichtigste Säule der europäischen Vermeidungsstrategie bildet. Deutschland hat im Rahmen des europäischen Emissionshandels bis 2012 eine Emissionsobergrenze von 453 Mill. Tonnen CO₂ akzeptiert. Wenn Unternehmen zukünftig weitere Reduktionen der Obergrenzen und damit stabile CO₂-Preise erwarten können, besteht für sie ein Anreiz, emissionsarme Technologien zu entwickeln und einzuführen. Dabei gilt, dass bei einem hohen Innovationspotential der deutschen und europäischen Wirtschaft der Preis für Emissionen auch bei ehrgeizigeren Reduktionszielen nicht stark ansteigen muss, da in diesem Fall die Entwicklung kohlenstoffarmer Technologien rentabel wird. Wenn dann im Zuge der internationalen Klimapolitik weltweit Reduktionsziele vereinbart werden, haben Deutschland und Europa die Chance, diese Technologien weltweit zu exportieren.

Der europäische Emissionshandel leidet derzeit noch an Kinderkrankheiten, die durch ein entschlossenes Vorgehen der EU-Kommission bei der Festlegung knapper Emissionsobergrenzen für die Teilnehmerstaaten und die anstehende Reform des Systems ausgeräumt werden müssen. Hier sollte sich die deutsche Regierung für eine konstruktive Weiterentwicklung des europäischen Emissionshandels einsetzen: Zentraler Bestandteil der Reform muss die Ausweitung der versteigerten Menge an Emissionsrechten sein. Erst dadurch werden die Betreiber von Kraftwerken gezwungen, ihre Investitionsrechnungen zu überdenken. Wenn die versteigerten Rechte dann zu teuer sind, wer-

den sie ihre alten Anlagen stilllegen und dafür emissionsärmere Systeme in Betrieb nehmen. Durch die derzeit praktizierte kostenlose Zuteilung von Emissionsrechten ist es jedoch im Gegenteil möglich, dass in den kommenden Jahren neue Kohlekraftwerke ans Netz gehen, die nicht mit Techniken zur Kohlenstoffabscheidung und -deponierung ausgerüstet sind. Auch die effiziente Kraft-Wärme-Koppelung wird hinter ihrem technischen Potential zurückbleiben. Das Gleiche gilt für die Stromerzeugung aus Offshore-Windkraftwerken. Darüber hinaus sollte der Zertifikatshandel auf weitere Sektoren ausgedehnt werden. So könnte der Verkehrssektor in den Emissionshandel einbezogen werden, damit sich dort neue Antriebstechniken und Biokraftstoffe der zweiten Generation durchsetzen. Für diese Erweiterung des Emissionshandels müssen geeignete Modelle gefunden werden.

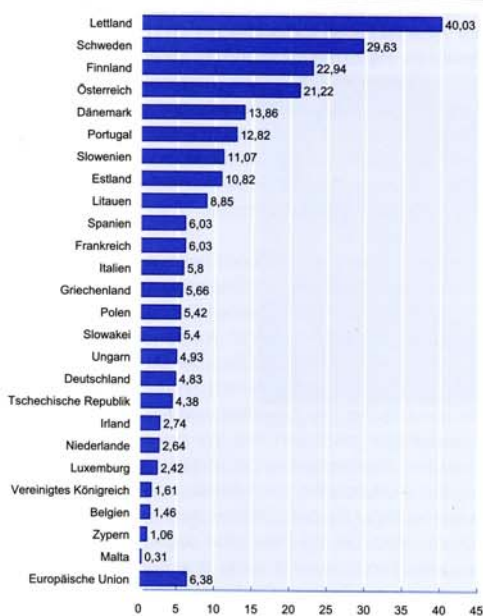
Da es politisch unrealistisch ist, dass es vor 2012 zu einer signifikanten Ausweitung der Zertifikatsauktionen und damit zu einer Neubewertung der anstehenden Investitionen im Stromsektor kommt, hat Deutschland scheinbar zwei energiepolitische Optionen: Entweder die Laufzeit der Kernkraftwerke wird verlängert, oder der Emissionshandel wird ergänzt durch zusätzliche Maßnahmen zur Förderung von Emissionsreduktionen. Hierzu zählen massive Effizienzsteigerungen bei Gebäuden und Elektrogeräten ebenso wie umfangreiche Investitionen in die Kraft-Wärme-Koppelung und in die Nutzung erneuerbarer Energiequellen.

Bei Licht betrachtet sind dies jedoch keine echten Alternativen: Denn selbst bei einer Verlängerung der Laufzeiten für Kernkraftwerke kann auf Innovationen im Energiesystem nicht verzichtet werden. Kurzfristig könnten die Klimaschutzkosten durch Laufzeitverlängerungen zwar gesenkt werden, langfristig aber würden sich dann die erforderlichen Emissionsreduktionsziele wegen zu geringer Innovationen im Energiesektor nicht mehr zu akzeptablen Kosten erreichen lassen. Es wäre daher eine Illusion zu glauben, die Verlängerung der Laufzeiten von Kernkraftwerken allein sei ausreichend, um ambitionierte Minderungsziele zu erreichen.

Daher muss der Innovationsdruck auf die Energiewirtschaft deutlich erhöht werden. Es war insofern folgerichtig, dass unter der Ratspräsidentschaft von Bundeskanzlerin Merkel vereinbart wurde, den Anteil der erneuerbaren Energieträger am Primärenergieverbrauch der EU auf 20% zu erhöhen. Auch dieses Ziel ist äußerst ehrgeizig, wenn man bedenkt, dass der Anteil der erneuerbaren Energieträger am Primärenergieverbrauch in Europa nicht mehr als 6% beträgt, wie die Abbildung zeigt.

Man kann zu Recht fragen, warum die erneuerbaren Energieträger einer Förderung bedürfen, wenn der Emissionshandel die sozialen Kosten der Nutzung fossiler Energieträ-

Anteil der erneuerbaren Energien (in %) am Primärenergieverbrauch der EU-25 im Jahr 2005



Quelle: EEA.

ger bereits internalisiert. Die erneuerbaren Energieträger werden durch Massenproduktion billiger. So sanken in den letzten beiden Dekaden die Kosten pro Kilowattstunde bei der Stromerzeugung mit Wind um 14% bei einer Verdoppelung der installierten Leistung. Der CO₂-Zertifikatshandel allein wird aber vermutlich nicht ausreichen, um dieses Kostenreduktionspotential bei den Erneuerbaren zu realisieren.² Es ist daher vernünftig, auch für Erneuerbare Energieträger ein Mengenziel vorzugeben. Um dieses Ziel zu minimalen volkswirtschaftlichen Kosten zu erreichen, ist ein europaweiter Wettbewerb um die besten Standorte für die erneuerbaren Energieträger notwendig. Es ist eine noch offene Frage, ob dieser Wettbewerb am besten mit Preis- oder Mengeninstrumenten initiiert werden kann.

In jedem Fall benötigt Europa zu diesem Zweck ein gut ausgebautes und integriertes Stromnetz, das in der Lage ist, einen steigenden Anteil an den erneuerbaren Energieträgern an der Stromproduktion zu bewältigen. Über die Eigentumsrechte und die Finanzierung dieses Ausbaus des europä-

² Dieses Argument läuft darauf hinaus, dass durch nicht-konvexe Kostenfunktionen bei den erneuerbaren Energieträgern multiple Gleichgewichte erzeugt werden. Der Markt für Emissionsrechte – vor allem dann, wenn er sich wie gegenwärtig nur jeweils auf Fünfjahresperioden beschränkt – garantiert dann keineswegs, dass ein Kostenminimum der Emissionsvermeidung erreicht wird. Es bedarf eines weiteren Instrumentes, das garantiert, dass die Lernkurveneffekte auch realisiert werden.

schen Stromnetzes wird im Augenblick heftig gerungen. So will die EU die Trennung von Netzbetrieb und Stromerzeugung durchsetzen. Vertreter der Stromwirtschaft wie etwa Vattenfall haben vorgeschlagen, den Strommarkt europaweit zentral zu regulieren und die transnationale Integration der Stromnetze durch den Zusammenschluss privater Netzbetreiber zu regionalen Betreibergemeinschaften zu forcieren.³ Die Analyse solcher ordnungspolitischen Optionen unter dem Aspekt von Emissionsminderung, Energiesicherheit und Wettbewerb gehört zu den wichtigsten Aufgaben der Klima- und Energieökonomien.

Trotz seines geringen absoluten Beitrags zu den globalen Treibhausgasemissionen hat Deutschland im Rahmen seiner EU-Ratspräsidentschaft eine Führungsrolle nicht nur im europäischen, sondern auch im globalen Klimaschutz übernommen. Dabei können die Ziele der EU nur erreicht werden, wenn der europäische Emissionshandel verbessert und ein europäischer Wettbewerbsmarkt für die erneuerbaren Energieträger geschaffen wird, der ihre Kostenreduktionspotentiale angemessen berücksichtigt. Die damit einhergehenden institutionellen Innovationen sind dann möglicherweise wichtiger als das Einhalten der Ziele des Kyoto-Protokolls selbst. Die US-Diskussion um eine Beteiligung am europäischen Emissionshandel ist in diesem Zusammenhang ein gutes Zeichen. Der Beitrag Deutschlands zur Lösung des Weltklimaproblems liegt daher nicht so sehr in der Verminderung seiner eigenen Treibhausgasemissionen, sondern in der Schaffung eines Marktes für Emissionsrechte und der Initiierung eines Wettbewerbs für erneuerbare Energieträger, der zur *Entwicklung* effizienter Vermeidungstechnologien führt.

Die europäische Klimapolitik kann nur gelingen, wenn Europa sein innovatives Potential realisiert. Mit der Schaffung von Märkten schickt sich Europa an zu zeigen, dass Wirtschaftswachstum und Emissionsreduktionen miteinander vereinbar sind. Erst wenn dies gelingt, werden auch China und Indien bereit sein, dieses Modell zu übernehmen. Für die deutsche Wirtschaft kann dies die Erschließung neuer Exportmärkte für kohlenstoffarme Technologien bedeuten. Global gesehen haben Europa und Deutschland die Möglichkeit, den entscheidenden Impuls zur Schaffung einer langfristig klimaverträglichen und gleichzeitig kostengünstigen Energieversorgung zu geben. Dieser Verantwortung sollten sich die EU und Deutschland stellen.

³ Vgl. dazu Vattenfall, Vattenfall's views on the EU Commission initiative «An Energy Policy for Europe» and the prioritized Action Plan, 2007, http://www.vattenfall.com/www/vf_com/vf_com/Gemeinsame_Inhalte/DOCUMENT/360168vatt/5966205xpr/652147vatt/P02.pdf.