

Gute Aussichten vom Energiegipfel?

Impulse für eine energiepolitische Roadmap

Am 3. April 2006 kommt auf Einladung der Bundeskanzlerin ein Spitzenkreis von Politikern und Stakeholdern zum Energiegipfel zusammen. Kernziel des Gipfels ist ein Gesamtkonzept zur Verknüpfung von Versorgungssicherheit, tragbaren Energiekosten und Klimaschutz. Der Gipfel findet in einer Zeit statt, in der weltweit die energiebedingten Herausforderungen, aber auch die Chancen für zukunftsfähige Lösungen größer sind denn je.

Eine akzeptanzfähige **Langfriststrategie** kann auf einer **nachhaltigen Ressourceneffizienzinitiative mit zwei Hauptpfeilern** aufbauen: Forcierte Steigerung der Material- und Energieeffizienz in allen Sektoren sowie breitere Markteinführung erneuerbarer Energien im Strom- und Wärmemarkt sowie für Biokraftstoffe. Hierfür hat die deutsche Energiepolitik in wechselnden politischen Koalitionen bereits Voraussetzungen geschaffen: Sie hat Erfahrungen mit modernen energiepolitischen Instrumenten (z.B. Öko-Steuer, EEG, EU-Emissionshandel) gesammelt und sie verfügt - durch die Arbeit von drei Enquete-Kommissionen sowie durch vielfältige Energiestudien und Systemanalysen - über die weltweit wohl differenzierteste wissenschaftliche Basis für die anstehenden energiepolitischen Richtungsentscheidungen.

Deutschland hat darüber hinaus beim Klimaschutz, beim Ausbau der erneuerbaren Energien im Stromsektor und beim Eindämmen nuklearer Risiken international beachtete und beispielgebende Schritte unternommen. Aber noch besteht kein politischer Konsens, ob in die eingeschlagene Richtung engagiert weiter gegangen oder wieder von ihr abgewichen werden soll. In dieser Situation ist es zu begrüßen, dass die Politik in Deutschland sich vornimmt, ein langfristiges Gesamtkonzept zu erarbeiten.

Aus wissenschaftlicher Sicht wäre es wünschenswert, dieses Gesamtkonzept **in einem Szenarien gestützten Dialogprozess** mit den gesellschaftlich relevanten Stakeholdern zu erarbeiten. Durch einen mit quantifizierten Szenarien gestützten Dialog könnte die Bewertung der Herausforderungen und energiepolitischen Langfristziele durch die Stakeholder erleichtert, die Schnittmenge konsensualer Umsetzungsaktivitäten genauer identifiziert sowie die Dissenspunkte und notwendigen Kompromisse dem Bundestag differenzierter als Entscheidungsalternativen vorgelegt werden. Parlament, Zivilgesellschaft und Wirtschaft haben ein Recht darauf, über gesamtwirtschaftliche Zielkonflikte in der deutschen und europäischen Energiepolitik transparent informiert zu sein, um an der Suche nach mehrheitsfähigen Lösungen mitarbeiten zu können.

Das Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie möchte mit diesem Papier zu diesem Dialog beitragen.

1 Herausforderungen

Wichtige Herausforderungen für das Energiesystem in Deutschland, Europa und der Welt sind:

- Erdöl wird knapp und teurer: das Maximum der weltweiten Ölförderung wird zwischen 2015 und spätestens 2035 erwartet (1), bei **im Trend** erheblich weiter steigendem Verbrauch und wachsender Importabhängigkeit aller Großverbraucherländer. Dadurch wird Erdöl mindestens teuer bleiben, es könnte aber auch noch erheblich im Preis steigen. Seit Mitte 2004 ist Deutschlands Importrechnung für Öl und Gas bereits um mehr als 20 Mrd. Euro gestiegen. Weltweit kam es allein in 2004 zu Umschichtungen von 150 Mrd. Euro von importierenden zu exportierenden Ländern, vor allem zu Lasten der Gruppe der Entwicklungsländer.
- Erdgas wird weltweit noch begehrter und gilt vielfach als Substitut für Öl. Die Erdgasvorräte sind aber ebenfalls begrenzt, auch hier steigt gerade auch in Europa die Nachfrage und die Importabhängigkeit; wegen der Koppelung an den Ölpreis werden die Gaspreise dessen Preisanstieg zeitverzögert folgen.
- Die Streckung der Öl- und Gasressourcen als Basis für die Petrochemie und als dringend notwendige Entwicklungsoption für nachfolgende Generationen und für die Weltbevölkerungsmehrheit in Entwicklungsländern ist in der aktuellen Diskussion in den Hintergrund gedrängt worden.
- Die verbleibenden Reserven vor allem beim Öl aber auch beim Erdgas konzentrieren sich auf immer weniger Länder in zudem häufig instabilen Weltregionen (z.B. Mittlerer und Naher Osten); zunehmende geostrategische Konflikte und in der Folge starke Preisvolatilitäten sind wahrscheinlich.
- Der Anteil der Energieträger, der in die EU importiert werden muss, wächst im Trend von 50 auf 70 % bis zum Jahr 2020. Für Deutschland ist im Trend von noch höheren Importquoten auszugehen. Dieser Trend ist das Gegenteil von mehr Energiesicherheit, denn er macht die deutsche Wirtschaft durch Preis- und Mengenkrisen auf den Energiemärkten verwundbar und die deutsche Politik erpressbar.
- Kohle ist zwar relativ versorgungssicher, aber problematisch für das Klima: auch modernste Kohlekraftwerke emittieren etwa doppelt so viel CO₂ pro kWh wie moderne Gaskraftwerke. Die Abscheidung und Lagerung (engl. Carbon Capture and Storage: CCS) von CO₂ ist noch in der Entwicklung, und viele Fragen sind diesbezüglich noch offen. Sie wird nicht vor 2020 reif für die breite Einführung sein, und sie verteuert den Kohlestrom um rd. 2 bis 3 ct/kWh.
- Gleichzeitig wächst durch neue wissenschaftliche Erkenntnisse weltweit die Besorgnis, dass der Klimawandel unter Referenzbedingungen schneller und bedrohlicher ablaufen könnte als noch 2001 im letzten großen Sachstandsbericht der Klimawissenschaft (IPCC 2001) prognostiziert worden war (vgl. Exeter Conference, 2006). Dies wird sowohl Auswirkungen auf ein ambitionierteres weltweites „Post-2012“-Klimaregime haben als auch neue wirtschaftliche Chancen für Vorreiterrollen schaffen.
- Das EU-Klimaschutzziel, den Anstieg der globalen Mitteltemperatur auf 2 Grad zu begrenzen, erfordert energische und beispielgebende Reduktionsziele für Treibhausgasemissionen von Industrieländern wie Deutschland: d.h. etwa 40 % bis 2020 und 80 % bis 2050. Rund 80 % der Emissionen sind energiebedingt, so dass diese Ziele auch für den Energiesektor gelten.

- Kernenergie bleibt wegen ihrer unkalkulierbaren Risiken umstritten: Im gesetzlich festgelegten Kernenergieausstieg wird die Nutzungsdauer der Kernkraftwerke auf Reststrommengen begrenzt, die einer durchschnittlich zu erwartenden technisch-wirtschaftlichen Nutzungsdauer der Anlagen von etwa 35 Jahren entsprechen. Unter Berücksichtigung denkbarer Übertragungen von Reststrommengen müssen nach der Vereinbarung zwischen Bundesregierung und Betreibern bis zum Jahr 2010 voraussichtlich die Kernkraftwerke Biblis A, Neckarwestheim 1 und Brunsbüttel abgeschaltet werden. Jeweils fünf weitere Kernkraftwerke würden bis zum Jahr 2015 bzw. 2020, die restlichen vier Kernkraftwerke bis zum Jahr 2025 folgen
- Beim Trend-Wachstum des Stromverbrauchs wird der Ersatz- und Neubaubedarf an Kraftwerkskapazität - u.a. bedingt durch den Atomausstiegsvertrag - in Deutschland für die nächsten 15 bis 20 Jahre auf rund 40.000 MW geschätzt. Bis zum Jahr 2030 muss im Trend sogar mehr als die Hälfte der derzeitigen Kapazität von 129.000 MW ersetzt werden (1). Szenarien zeigen: Es führt wirtschaftlich und klimapolitisch zu unlösbaren Zielkollisionen, gleichzeitig den beschlossenen Ausstieg aus der Atomenergie zu vollziehen und den Ersatzbedarf nur durch zentrale Großkraftwerke auf Basis von Kohle und/oder Erdgaskraftwerke zu ersetzen. Daraus ergibt sich aber kein Argument, auf ehrgeizige Ziele zu verzichten, sondern für eine engagierte Stromeffizienzinitiative in Verbindung mit einem neuem Mix aus dezentraler und zentraler Erzeugung sowie dem Ausbau erneuerbarer Energien ; sie lösen die Zielkonflikte billiger und zukunftsfähig und eröffnen Chancen für die Volkswirtschaft.

2 Chancen

- Die oben genannten Herausforderungen sind gleichzeitig mächtige Triebkräfte für Innovationen durch die internationale Energiewirtschaft und die energiebezogenen Wirtschaftssektoren, d.h. es sind die Treiber für neue F&E-Schwerpunkte, für nachhaltige Zukunftsmärkte und für neue profitable Geschäftsfelder. Denn die Begrenzung des Klimawandels, die Reduzierung der Importabhängigkeit von Öl und Erdgas und die Eindämmung der Risiken um die Atomenergie wirken hinsichtlich alternativer Technologien alle in die gleiche Richtung. Szenarien zeigen, dass eine **gleichzeitige Risikominimierung** weltweit durch einen robusten technologischen Korridor erreichbar ist. Nachhaltigere Energiesysteme tendieren im Norden wie im Süden zu **technischer Konvergenz**: Sie werden „leaner“ („effizienter“), „cleaner“ („emissionsfreier“) und „greener“ („erneuerbar“).
- Unbeschadet der Bewertung der zukünftigen Rolle der Kernenergie oder der Potentiale und Kosten der CO₂-Sequestrierung werden sich vor diesem Hintergrund die Marktchancen für Energieeffizienz und für dezentralere, klimaverträglichere Energieerzeugung grundlegend verbessern (vgl. Europäische Energie-Delphi-Umfrage, IZT 2005).
- Techniken zur rationelleren Energieerzeugung und -nutzung sowie für erneuerbare Energien werden daher zukünftig mit die größten und am schnellsten wachsenden Märkte in der Welt bilden. Erneuerbare Energien und Effizienztechnologien werden auf den Weltmärkten in weit höherem Umfang nachgefragt werden als die Kernenergie. Vorreiter in diesen Bereichen werden demnach gute Chancen haben, sich hier als Global Player zu etablieren und entsprechende Impulse für den heimischen Arbeitsmarkt zu realisieren.
- Die Weltmärkte für Erneuerbare Energien wuchsen bereits in der Vergangenheit weit überdurchschnittlich. Analysten rechnen auch zukünftig mit zweistelligen Zuwachsraten (Clean Edge, March 2005). Aktuelle Projektionen gehen davon aus, dass die jährlichen Investitionen allein in erneuerbare Energien weltweit von heute rund 40 Mrd. Euro pro Jahr bis 2020 auf 250 Mrd. Euro pro Jahr zunehmen werden. Viele Länder, allen voran China, planen einen gigantischen Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung (120 GW bis zum Jahr 2015). China plant darüber hinaus eine Steigerung der volkswirtschaftlichen Energieeffizienz bis zum Jahr 2010 um 20 %
- Beispielhaft für die erreichbaren Vorteile der deutschen Industrie sei auf die Technologieentwicklungen im Bereich Windenergie verwiesen. Angestoßen durch die heimische dynamische Marktentwicklung hat sich eine auch am Exportmarkt erfolgreiche deutsche Windenergieindustrie entwickelt. Heute wird jedes zweite in Deutschland hergestellte Windrad bereits in das Ausland geliefert, bei den Komponenten liegt der Exportanteil sogar schon bei rund zwei Dritteln. Ähnliche Größenordnungen werden für das nächste Jahrzehnt auch von der deutschen Photovoltaikindustrie erwartet.
- Hinzu kommt: auch der Finanzsektor schenkt dem Einfluss des Klimawandels auf den Unternehmenswert immer mehr Beachtung. Die im „Carbon Disclosure Project“ zusammengeschlossenen institutionellen Anleger (Banken, Versicherer, Pensionsfonds) repräsentieren derzeit ein Anlagekapital von 31 Billionen Dollar (!) (FR, 6. 2. 2006). Sie fordern von den 500 größten Unternehmen offen zu legen, von welchen direkten und indirekten Klimarisiken die Unternehmen betroffen sind und mit welchem Risikomanagement sie hierauf reagieren.

- Daher stecken in den Herausforderungen des Klima- und Ressourcenschutzes enorme wirtschaftliche Chancen für diejenigen Länder und Unternehmen, die die notwendigen Veränderungen proaktiv angehen und frühzeitig versuchen, auf den rasch wachsenden Zukunftsmärkten innovative Geschäftsfelder zu entwickeln und auszubauen.
- Eine immer wichtigere Rolle bei der Suche nach Lösungen spielt dabei die Energieeffizienz, insbesondere die Endenergieeffizienz. Zusammen mit der Kraft-Wärme/Kälte-Kopplung und den erneuerbaren Energien ist sie die Option, die auch bei Politik und Wirtschaft verbal die größte Zustimmung, aber noch zu wenig strategische Umsetzungsbereitschaft findet. So sieht das Grünbuch der Europäischen Kommission die Energieeffizienz als wesentlichen Beitrag sowohl zur Versorgungssicherheit als auch zur Wettbewerbsfähigkeit und zum Umwelt- und Klimaschutz an, ohne allerdings konkret zu werden, was die Umsetzung angeht. Jedoch will die Kommission in wenigen Wochen einen neuen Aktionsplan zur Energieeffizienz veröffentlichen.
- Auf europäischer Ebene sind auch die ersten konkreten Schritte gemacht. Die neue EU-Richtlinie für Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen legt als (unverbindliches) Ziel fest, dass die Mitgliedsstaaten bis 2016 durch Maßnahmen zur Steigerung der Endenergieeffizienz und durch Energiedienstleistungen 9 % Energie zusätzlich zum Trend einsparen und dabei auch die Energiewirtschaft aktiv einbinden. Die deutsche Energiepolitik und die Energiewirtschaft sollte die Richtlinie als große wirtschaftliche Chance begrüßen und sie energisch umsetzen
- Diese und andere Herausforderungen für Versorgungssicherheit, Modernisierung der Stromversorgung, wettbewerbsfähige Energiepreise allgemein und Strompreise im besonderen, Klimaschutz, Innovation und Technologie sowie europäische und internationale Zusammenarbeit erkennt auch der Statusbericht der Bundesregierung zum Energiegipfel an (1). Der Bericht beschäftigt sich aber wenig konkret mit den resultierenden Handlungsnotwendigkeiten, wenngleich er implizit anerkennt, dass die gesteckten politischen Ziele im Rahmen eines „weiter so wie bisher“-Ansatzes (Business as Usual), wie er im Wesentlichen im Energiereport IV von Prognos/EWI beschrieben wird (5), verfehlt werden.

3 Lösungsansätze

Was könnte konkret geschehen, um die Ziele Versorgungssicherheit, tragbare Energiekosten und Klimaschutz zu erreichen?

Szenarien zeigen übereinstimmend: Ein Wechsel zwischen fossilen Energieträgern untereinander oder als Substitut für die Kernenergie ist allein – bei unveränderter Energienachfrage – nicht dazu in der Lage.

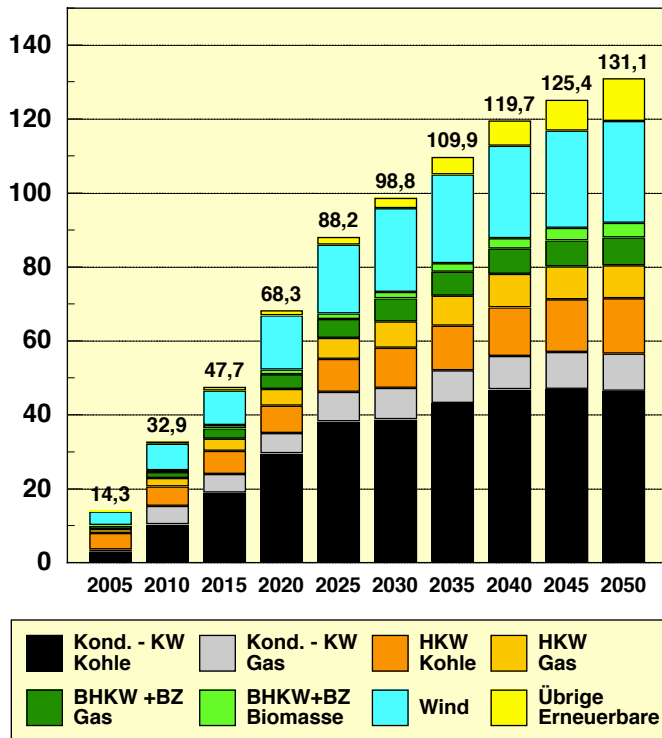
- Den Zugang zu den Energiereserven der Welt durch ein abgestimmteres Vorgehen und eine Diversifizierung der Bezugsquellen auf europäischer Ebene im Rahmen einer EU-Energie-Außenpolitik (wie die EU Kommission dies mit ihrem Grünbuch für Versorgungssicherheit aktuell fordert (7)) oder entsprechende Politiken der Mitgliedsländer zu verbessern, hilft angesichts der wachsenden Abhängigkeiten nur vorübergehend weiter. Langfristig verschärft eine Diversifizierungsstrategie das Problem, weil der notwendige Strukturwandel hinausgezögert wird
- Öl oder Kohle durch Gas im Sinne dieser Diversifizierungsstrategie (z.B. im Verkehrs- und Kraftwerkssektor) zu ersetzen bringt für den Klimaschutz zwar einen begrenzten Beitrag, für die Versorgungssicherheit sowie die Kostengünstigkeit jedoch keine entscheidenden Vorteile. Steigende Gasmengen werden voraussichtlich aus Russland oder – als Flüssiggas – u.a. auch aus OPEC-Ländern eingeführt werden müssen – keine Garanten für eine Langfriststabilität.
- Eine Vielzahl von Studien für Deutschland (z.B. (2, 6, 8)) und die EU (z.B. (4)) zeigt demgegenüber: durch ein **Gesamtpaket aus Effizienz bei der Energieanwendung auf der Nachfrageseite** (inkl. Verkehr), **Effizienz beim Energieangebot** (Kraft-Wärme-/Kälte-Kopplung, KWK) und **erneuerbaren Energien** können die Ziele Versorgungssicherheit, tragbare Energiekosten und Klimaschutz gleichzeitig erreicht werden. Keine dieser drei Säulen einer nachhaltigen Energiestrategie kann die Ziele dabei allein erfüllen, sie sind aufeinander angewiesen. Energieeffizienz ist zwar bereits wirtschaftlich und enorme Potenziale, aber sie reichen für die Emissionsminderung und die Begrenzung der Importe langfristig nicht aus. Ein einseitig forcierter Ausbau der Erneuerbaren wäre dagegen zu langsam und zu teuer.
- Durch das Mix aus erneuerbaren Energien und Energieeffizienz wird der Bedarf an Energieträgerimporten im Vergleich zum Trend reduziert, Kaufkraft im Land gehalten, die Energiekostenrechnung stabilisiert und die Exportchancen für Technologien zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Nutzung erneuerbarer Energien erhöht. Unter Berücksichtigung aller Struktur-, Multiplikator- und Preiseffekte sind dadurch auch positive Nettobeschäftigungseffekte zu erwarten. Diese nachhaltige Paketlösung ermöglicht eine Win-Win Politik, indem zahlreiche positive Effekte miteinander kombiniert werden.

3.1 Kernenergieausstieg und Kraftwerk ersatz klimaverträglich gestalten

Nimmt man neben der Versorgungssicherheit und der Wettbewerbsfähigkeit auch die Zielvorgaben des Klimaschutzes ernst, führt dies zu erheblichen strukturellen Veränderungen Kraftwerkspark. Der heute durch fossile und nukleare Großkraftwerke dominierte Kraftwerkspark wird durch ein weit dezentraleres Mix mit einer Vielfalt innovativer Technologien abgelöst. Mehr Akteursvielfalt, stärkere Risikominimierung, höhere

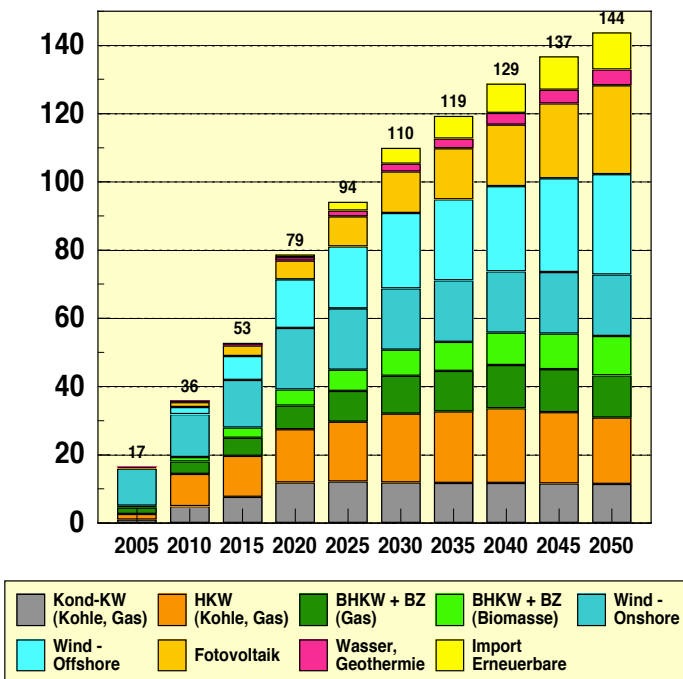
Wettbewerbsintensität und Abbau von Marktmacht kennzeichnen diesen Kraftwerkspark. Die nachfolgende Abbildung macht dies in der vergleichenden Betrachtungen zwischen dem Zubau an Kraftwerksleistung unter Business as Usual Bedingungen (obere Grafik) und einem alternativen, klimaschutzorientierten Ausbau (untere Grafik) deutlich.

- Szenario Referenz -



**EE von 6% (2000) auf 19 % (2050)
CO₂ von 335 auf 330 Mio. t/a**

- Szenario NaturschutzPlus I -



**EE von 6% (2000) auf 68% (2050)
CO₂ von 335 auf 75 Mio. t/a**

Abbildung 1: Entwicklung der Zubauleistung im Kraftwerkspark unter Business as usual Bedingungen (oben) oder im Klimaschutzpfad (unten) in GW (6)

Zusammengefasst und vereinfacht kann man sagen, dass unter Klimaschutzbedingungen basierend auf einem fossilen Grundsockel vor allem ein Ausbau der dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung und der erneuerbaren Energien notwendig ist. Ergänzt wird diese Perspektive durch einen signifikanten Beitrag der Stromeinsparung. Die oben aufgeführte Projektion unterstellt, dass die verfügbaren technisch-wirtschaftlichen Stromeinsparpotenziale weitgehend ausgeschöpft werden und der Strombedarf langfristig etwa 25% unterhalb der Referenzentwicklung liegt.

Die derzeit bekannte Planung der Kraftwerksbetreiber, 32 Kraftwerke (darunter zahlreiche Kohle- und einige Gas-Großkraftwerke) mit einer installierten Leistung von rund 18 GW zu bauen, steht **nicht im Einklang** mit den bis 2050 notwendigen Klimaschutzzielen (80% Reduktion der Emissionen bis 2050). Auch wenn mit den geplanten Ersatzmaßnahmen gegenüber dem Kraftwerksbestand zum Teil eine sehr deutliche CO₂-Minderung realisiert werden kann (so ersetzen beispielsweise moderne Kohlekraftwerke mit Wirkungsgraden um die 46% Altanlagen mit Wirkungsgraden von 36 bis 38%), werden mit den erneuerten Kraftwerken bei Laufzeiten von 35 bis 40 Jahren CO₂-Emissionen des Kraftwerksparks von knapp 68 Mio. t/a über Dekaden hinweg strukturell festgelegt. Dies entspricht zwar 22 % der heutigen Emissionen, aber 100% des im Jahr 2040 noch zulässigen CO₂-Ausstoßes für die **gesamte Stromerzeugung**, wenn man von einer engagierten Klimaschutzentwicklung ausgeht und keine Nachrüstung einer CO₂-Abtrennung unterstellt. Alle weiteren Kraftwerke müssten daher forciert „weggespart“ oder nur noch auf erneuerbarer Basis errichtet werden.

Sicher erfordert der skizzierte klimaverträgliche Umbau des Kraftwerksparks volkswirtschaftliche Vorleistungen, wie sie heute z.B. schon im Rahmen des Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) von den Stromkunden aufgebracht werden. Die ökologische Modernisierung des Kraftwerksparks stellt auch strukturelle Anforderungen an die Anpassung der Stromtransport- und -verteilnetze, dafür lässt sie aber mittel- bis langfristig eine Kostenentlastung und größere Unabhängigkeit erwarten. Die Vorleistungen von heute werden daher zur Rendite von morgen. Nachfolgende Abbildung macht die erwartbare Kostenentlastung am Beispiel deutlich. Während auf der einen Seite signifikante Kostendegressionen bei der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien noch zu erwarten sind, ist auf der anderen Seite absehbar, dass die Kosten der fossilen Stromerzeugung aufgrund steigender Brennstoffpreise mehr oder weniger schnell zunehmen werden. Hinzu kommen Preiseffekte, die durch den CO₂-Emissionshandel oder perspektivisch die Einbeziehung der CO₂-Abtrennung am Kraftwerk ausgelöst werden und den break even point für die erneuerbaren Energien deutlich vorziehen.

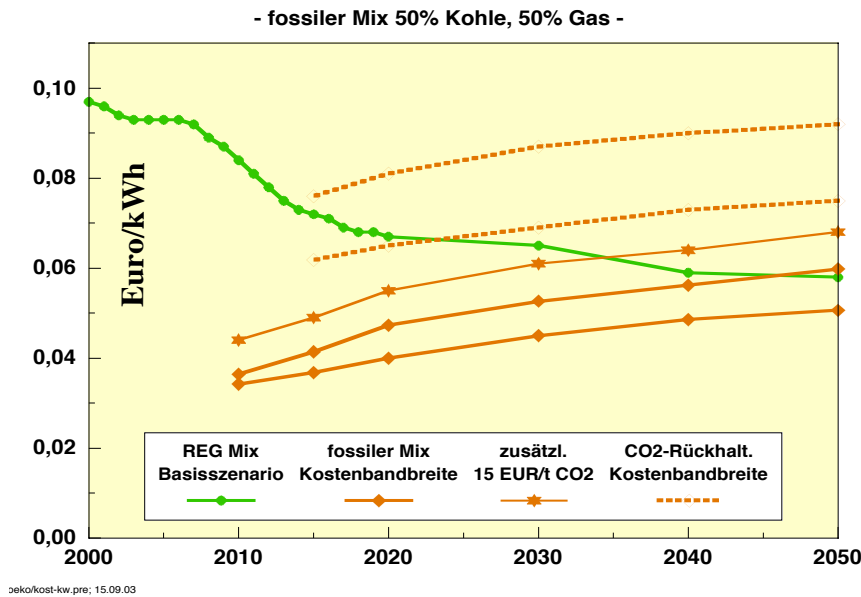


Abbildung 2: Mögliche Entwicklung der Stromgestehungskosten erneuerbarer Energien und fossile befeuerter Kraftwerke in Euro/kWh (6)

3.2 Kann eine Laufzeitverlängerung der Kernkraftwerke den Weg zur Solarenergiewirtschaft ebnen?

Die „gefühlten“ Risiken der existierenden Kernenergienutzung von der Urangewinnung über die Stromproduktion bis hin zur noch ungeklärten Entsorgung sowie den offensichtlichen Proliferations- und Terrorismusgefahren haben sich bei Politik und Zivilgesellschaft in der Wahrnehmung zwar verschoben, sie sind aber objektiv eher größer, als geringer geworden. Die Kernkraftwerke laufen länger und veralten, immer mehr radioaktive Abfälle erschweren und verteuern jede denkbare Lösung der Endlagerung und gewichtige Schwellenländer (wie z.B. Indien oder Iran) fordern immer massiver eine nukleare Gleichberechtigung mit den reichen Atomstaaten. Nur wenn es keine risikoärmeren Alternativen gäbe und eine Risikoabwägung überhaupt notwendig wäre, könnten daher die Argumente für die längere Inkaufnahme dieser Risiken durch eine Laufzeitverlängerung oder für einen Neubau zum Tragen kommen.

Ganz im Gegenteil hierzu lassen sich gute Argumente für den unveränderten Vollzug des bestehenden Ausstiegsvertrages ableiten: Erstens würde dessen Aufkündigung ohne Not erneut kontraproduktive gesellschaftliche Konflikte auslösen und einen gesellschaftlichen Kompromiss für ein Energieprogramm erschweren. Zweitens würde die Investitions- und Innovationsdynamik der letzten Jahre zu mehr dezentralen und exportfähigen Technologien (KWK, Erneuerbare, Stromeffizienz) gebremst (vgl. auch Andreas Troge, Präsident des Umweltbundesamtes, in der FR vom 14. Juni 2005); die „vier Großen“ (E.ON; RWE, EnBW, Vattenfall) hätten einen noch geringeren ökonomischen Anreiz, sich selbst am ökologischen Umbau des Kraftwerksparks zu beteiligen, aber zusätzliche Mittel, um mittelständischen Newcomern den Marktzutritt zu erschweren. Drittens würde auch der Abbau marktbeherrschender Stellungen und die Förderung von Wettbewerbsintensität auf dem Strommarkt durch größere Anbietervielfalt erschwert. Dies ist nicht zuletzt auch eine Frage der realen Durchsetzbarkeit des Primats der Politik und demokratischer Beschlüsse – notfalls auch gegen machtvolle ökonomische Sparteninteressen. Durch die immer wieder genährte Hoffnung auf eine Renaissance der Kern-

energie werden viertens Forschungsmittel zu Lasten risikoärmerer Technologien gebunden, obwohl für diese die Exportchancen vor allen in die Entwicklungsländer um Größenordnungen umfangreicher sind.

Und schließlich ist die Kernenergie nur dort wirtschaftlich, wo es die jeweiligen politischen Rahmenbedingungen erlauben, nicht streng nach dem Verursacherprinzip vorzugehen. Die indirekte bzw. implizite staatliche Begünstigung der Kernenergienutzung ist in allen Ländern, wo sie genutzt wird, extrem hoch. Allein die Einkalkulation von Kosten einer entgrenzten Haftpflicht über die heute geltenden Deckungssummen hinaus bis hin zur Abdeckung eines möglichen GAUs würde jeden Kernkraftwerksbetrieb unwirtschaftlich machen. Dass ein Solar- oder Windkraftwerksbetreiber sich für größtmögliche Schadensfälle versichern muss, ein Kernkraftwerksbetreiber jedoch nicht, sondern Risiken sozialisieren kann, ist eine dem Verursacherprinzip widersprechende Wettbewerbsverzerrung; sie könnte durch ein schrittweises Hochsetzen der gesetzlich festgelegten Deckungssummen vermindert werden.

Unklar ist zudem, zu welchen Kosten (z.T. für Nachrüstungsmaßnahmen) eine Laufzeitverlängerung real führt. Bisher liegen weltweit kaum Erfahrungen für Kernkraftwerke mit Laufzeiten von deutlich mehr als 30 Jahren vor.

3.3 Energiesparen durch rationelle Energienutzung – das unausgeschöpfte Potenzial

Noch immer für viele unbekannt ist: Es ist für die Verbraucher (Industrie, KMU, öffentliches Unternehmen oder Haushalte) bei zahlreichen Anwendungen und gleichem Nutzeffekt erheblich billiger, Energie durch effizientere Technik, Organisation und Verhalten einzusparen als Energie einzukaufen. Strom sparen ist z.B. wirtschaftlicher als Strom kaufen, wenn die spezifischen Einsparkosten (= Mehrkosten von Effizienztechnologien pro kWh) geringer sind als die anlegbaren Strompreise bzw. vermeidbaren Strom(system)kosten. Die EU-Kommission geht davon aus, das es durchschnittlich zwischen 2-4cts/kWh kostet, Strom durch effizientere Gerätetechnik zu sparen. Die durchschnittlichen Strompreise betragen dagegen etwa 16,9 ct/kWh für Haushalte und etwa 7, 3 ct/kWh für die Industrie.

Energiesparen durch effiziente Energienutzung kann für nahezu alle energiebedingten Probleme (Energiepreiserhöhungen, Versorgungssicherheit bei Heizenergie, Kraftstoffen und Strom, Klimaschutz) den **schnellsten, größten und wirtschaftlichsten Lösungsbeitrag** leisten. Diese Meinung teilen u. a. auch die Gutachter der im Oktober vorgestellten Studie des BDI zur nachhaltigen Energiepolitik in Deutschland.

Die **Potenziale** der effizienten Energienutzung sind enorm:

- Die Umrüstung eines 4-Personen-Haushalts mit durchschnittlich 3.500 kWh auf marktbeste Geräte könnte den Stromverbrauch auf ein Fünftel senken; hochgerechnet auf alle Haushalte könnten 7.000 MW Stromerzeugungskapazität vermieden werden.
- Die sparsamsten Kühl- und Gefriergeräte verbrauchen heute zwei Drittel weniger Strom als die Durchschnittsgeräte vor 10 Jahren. Das Einsparpotenzial beträgt hier 7 TWh/Jahr gegenüber dem Trend.
- Allein die Stand-by-Verluste elektrischer Geräte in Haushalten, Gewerbe, Handel und Dienstleistungsbereichen können im Vergleich zum Trend um mehr als

9 TWh/Jahr reduziert werden, was in etwa der durchschnittlichen Stromproduktion eines deutschen Kernkraftwerks entspricht.

- Bei elektrischen Antrieben sind ähnliche Einsparungen möglich. Bei Heizungsumwälzpumpen spart z.B. die neue „Faktor 4-Pumpe“ und eine Optimierung des Heizkreislaufs bis zu 90%. Insgesamt können allein hocheffiziente Umwälzpumpen in Wohngebäuden, Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungsbereichen etwa zwei bis drei Kernkraftwerke wirtschaftlich ersetzen. Dieses enorme Potential ist innerhalb normaler Investitionszyklen von etwa 10 bis 12 Jahren zu realisieren.
- Passivhäuser brauchen dank verstärkter Wärmedämmung sowie effizienter Lüftung und Heizung nur 20% (d.h. 15 kWh/m²/Jahr) der Heizenergie eines Neubaus nach der Energieeinsparverordnung, ohne große Mehrkosten.
- Mehrere Hersteller bieten bereits „3-Liter-Autos“ an. Mit Leichtbauweise, Hybridantrieb etc. können auch Mittelklassemodelle in absehbarer Zeit solche niedrigen Verbrauchswerte erreichen.
- Energieeffizienz spielt auch auf der Angebotsseite eine wichtige Rolle im Sinne verbesserter Kraftwerke oder der Kraft-Wärme-Kopplung.

Insgesamt ist es im Rahmen der normalen Erneuerungszyklen für Geräte, Fahrzeuge, Anlagen und Gebäude für Volkswirtschaft und Verbraucher lohnend, zusätzlich bis zu 2% Energie pro Jahr mehr im Vergleich zum bisherigen Trends einzusparen. Die gesamte volkswirtschaftliche Energierechnung Deutschlands könnte bei gegenwärtigen Energiepreisen und bei vollständiger Umsetzung der Potenziale zur rationellen Energieerzeugung und -umwandlung um **80 Milliarden Euro pro Jahr** gesenkt werden. Gleichzeitig würden dadurch die Treibhausgasemissionen um rund **380 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr** reduziert.

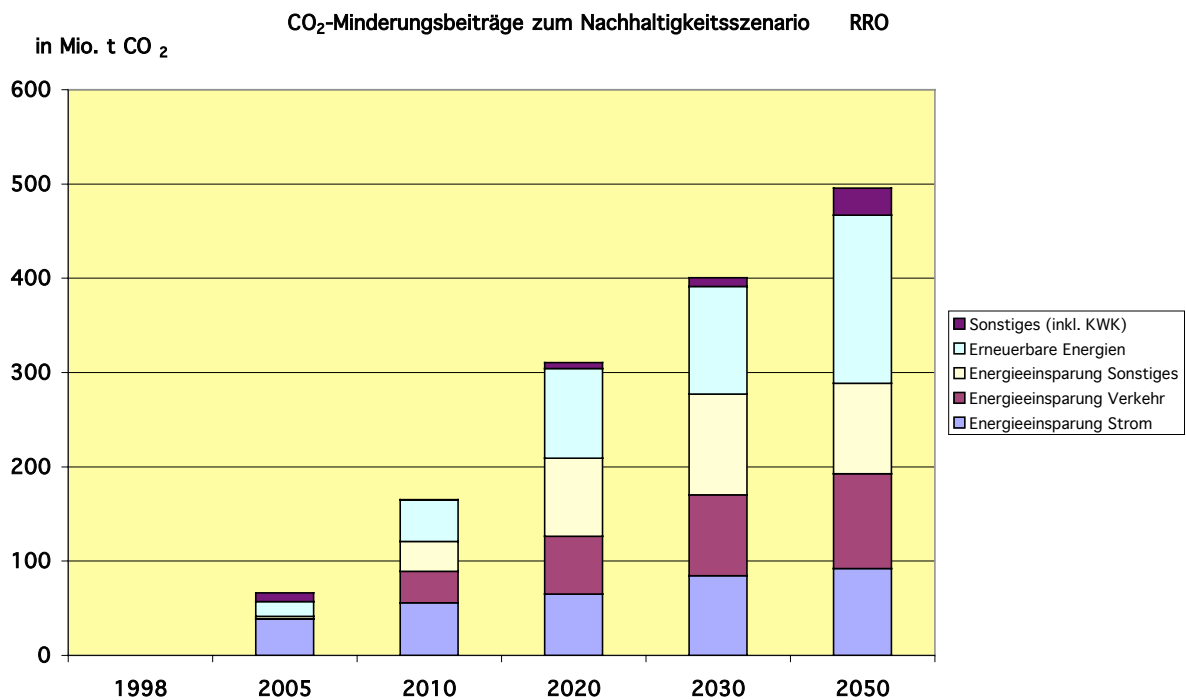
Das von den Großforschungsinstitutionen in der Schweiz durchgeführte Projekt einer „2000 Watt pro Kopf Gesellschaft“ (= 65 GJ/Kopf/Jahr = 1/3 des heutigen Primärenergieverbrauchs/Kopf in Europa) kommt zu folgendem Zwischenergebnis: „Synthesising the findings of all technological areas (i.e. converting primary energies to final and useful energies, reducing the losses of useful energies, increasing material efficiency, recycling and material substitution) it can be safely concluded that the vision of the 2000 Watt per capita society is technically feasible within some five decades“.(9) Dies würde bis zum Jahr 2050 einer Steigerung der Primärenergieeffizienz um den Faktor 4-5 gleichkommen, d.h. eine jährliche Steigerung der Energieproduktivität um etwa 3,3% p.a. bedeuteten. Diese auch für Deutschland in mehreren Szenarien für die Energie Enquete Kommission, für das Umweltministerium und das UBA nachgewiesene technisch mögliche Effizienzsteigerung bedeutet mehr als eine Verdopplung der jährlichen Steigerungsrate im Vergleich zum letzten Jahrzehnt. (6, 10,11)

Durch eine Energieeffizienzstrategie entsteht eine **Win-win-Situation**, bei der viele profitieren: Innovationen, Arbeitsplätze und Wertschöpfung können wirtschaftlich mit dem Klimaschutz verbunden werden.

Aus Gesamtsicht kommt der Energieeffizienz eine besondere und zentrale Bedeutung zu. Zwei Drittel bis drei Viertel der notwendigen CO₂-Minderung kann und muss bis 2030 durch effiziente Energieverwendung („Energiesparen“) erbracht werden (s. Abb.). Im Jahr 2050 tragen dann die erneuerbaren Energien mit etwa 40 Prozent zum CO₂-Minderungsziel von 80 Prozent bei. Dabei können die anfangs erforderlichen Zusatzkosten für die Markteinführung der erneuerbaren Energien durch die Energieeinsparung mindestens kompensiert werden. Das abgebildete Nachhaltigkeitsszenario der Energie-Enquete-Kommission des Bundestags bezieht sich auf ein Szenario, das gegenwärtige

Trends fortsetzt und keine neuen Politikinstrumente für Effizienz und Erneuerbare einführt (Referenzszenario). (2) Selbst bei Energiepreisen, die weit unter den derzeitigen liegen, würden die direkten Kosten des nachhaltigen Energiesystems die Kosten im Referenzszenario nur um drei Prozent übersteigen. Unter Einbeziehung der externen Kosten wäre das Szenario mit forcierter Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien sogar um rund **20 Prozent billiger als das Referenzszenario**. Im Referenzszenario würde jedoch das Klimaschutzziel weit verfehlt.

Abbildung 3: Beiträge der einzelnen energiepolitischen Handlungsbereiche zur CO₂-Minderung im Nachhaltigkeitsszenario RRO (in Relation zum Referenzszenario)



Quelle: Wuppertal Institut, eigene Darstellung auf Basis von Deutscher Bundestag 2002

Energiesparen rechnet sich daher für Verbraucher und Volkswirtschaft, aber auch Energieunternehmen könnten durch strategische Energiesparaktivitäten (Contracting, Demand Side Management) bei ihren Kunden Stromerzeugungskosten vermeiden und auch ihre Kundenbindung verstärken. Wenn der Markt für Energiedienstleistungen funktionsfähig wäre, müssten Ressourcen und volkswirtschaftliches Kapital vorrangig in die rationellere Energienutzung fließen, solange das Energiesparen („die NEGA-Watt“) bei den Nachfragern kostengünstiger sind als neues Energieangebot („die MEGA-Watt“).

Es gibt dennoch viele strukturelle Gründe dafür, warum die Energiesysteme noch weitgehend angebotsgetrieben sind und warum die enormen Chancen der rationelleren Energienutzung zu wenig genutzt werden. Mangelnde energiepolitische Rahmensetzung, das vorherrschende Absatzinteresse der Energieanbieter und eine Vielzahl von strukturellen Hemmnissen sowie Marktunvollkommenheiten führen dazu, dass ein fairer Wettbewerb um Energieeffizienz und Energiedienstleistungen sich auf den stark vermachteten Endenergiemärkten nicht im marktwirtschaftlichen Selbstlauf herausbilden kann.

Die enorme Vielfalt der Effizienzanbieter und -techniken, mangelnde Marktübersicht und fehlende Informationsinstrumente (z.B. zur Kalkulation der gesamten Life-Cycle-Costs), Kapitalmangel bei kleinen und mittleren Unternehmen und die Kameralistik bei öffentlichen Betrieben, die durchschnittlich geringe Bedeutung des Energiekostenanteils, Probleme bei der Visualisierung und des Marketings von Einspartechniken und -potenzialen sowie Evaluierungs- und Messprobleme für Effizienzpotenziale machen staatliche Rahmensetzung und Intervention zur Voraussetzung eines funktionsfähigen Wettbewerbs zwischen Endenergie und Energieeffizienz. Nur der Staat kann zielgruppen- und technologiespezifisch mit der Setzung von Rahmenbedingungen dafür sorgen, dass Transaktionskosten reduziert werden, die Effizienzsteigerungen entgegen stehen, und sich ein europäischer Binnenmarkt für Energiedienstleistungen entfalten kann.

In der EU-Kommission und im EU-Parlament ist diese Einsicht inzwischen weiter entwickelt als in vielen Mitgliedsstaaten, wie auch in Deutschland. Dies zeigt die besondere Fokussierung auf Energieeffizienz durch EU-Kommissar Piebalgs, die Verabschiedung der EU-Ökodesignrichtlinie, aber auch die EU-Endenergieeffizienzrichtlinie, die auch von deutscher Seite immer wieder gebremst wurde.

Es macht also umwelt- und energiepolitisch mehr denn je Sinn, in energieeffiziente Technologie zu investieren und erneuerbare Energien zu fördern. Damit ist das notwendige Programm der Energie- und Umweltpolitik auch schon in groben Zügen umrissen. Wie aber kann es konkret aussehen?

3.4 EnergieSparFonds als Effizienzkatalysator

Auf diesem Hintergrund ist es die vorrangige Aufgabe der Energiepolitik in Deutschland, Rahmenbedingungen dafür zu schaffen, Energie durch intelligente Technik und Organisation effizienter zu nutzen. Nötig sind unter anderem

- mehr Information, zum Beispiel durch Energieberatung, betriebliche Energieanalysen, Energielabel, einen aussagekräftigen Energiepass für Gebäude, Datenbanken sparsamer Geräte und Fahrzeuge, aber auch bessere Aus- und Weiterbildung
- mehr finanzielle Förderung für Beratung und/oder Investition zur Energieeinsparung,
- schärfere Grenzwerte für den Energieverbrauch von Fahrzeugen, Geräten, Gebäuden und Anlagen – etwa durch die Energieeinsparverordnung (EnEV) und die Eco-Design-Richtlinie,
- die Nutzung des öffentlichen Einkaufs, um sparsame Technik schneller in den Markt zu bringen (hierzu mehr unter www.eceee.org/library_links/prost.lasso)

Vor allem aber müssen die dezentralen Angebote zur Information, Weiterbildung und Förderung jeweils bundesweit gebündelt und finanziert werden. Dazu hat das Wuppertal Institut im Auftrag der Hans-Böckler-Stiftung kürzlich ein **Konzept für einen EnergieSparFonds** entwickelt. (3) Ein Beitrag von durchschnittlich etwa 0,1 Cent pro Kilowattstunde würde genügen, um die **Energierechnungen** von Industrie, Handel, Gewerbe und Haushalten deutlich zu **senken**. Der Betrag könnte auf verschiedenen Wegen aufgebracht werden: zum Beispiel aus der Energiesteuer auf Strom, Gas und Öl; anstelle einer Senkung der Netzgebühren um 0,1 Cent pro kWh – hier bringt die Verwendung für einen EnergieSparFonds das fünf- bis zehnfache an Kostenentlastung! – oder aus den Erlösen einer Versteigerung von Treibhausgas-Emissionsrechten ab 2008.

Das Wuppertal Institut schlägt – gestützt auf evaluierte Programme in anderen europäischen Ländern - ein Portfolio von zwölf konkreten Programmen für den EnergieSpar-

Fonds vor. Damit würden von der Industrie bis zu den Haushalten verschiedene Potenziale zur Strom- und Wärmeeinsparung genutzt.

- In den nächsten zehn Jahren würde damit eine **Energieeinsparung** von etwa **zwölf Prozent** gegenüber dem bisherigen Trend erreicht – das sind 75 Milliarden Kilowattstunden Strom und 102 Milliarden Kilowattstunden Wärmeenergieträger.
- Die **Emissionen** von Treibhausgasen könnten sich um 72 Millionen Tonnen pro Jahr reduzieren.
- Für die Verbraucher(innen) wäre der Barwert der **eingesparten Energiekosten** mit rund 73,3 Milliarden Euro doppelt so hoch wie die Summe der hierfür von ihnen aufgewendeten Investitionen (rund 37 Milliarden Euro).
- Außerdem ergäbe sich ein **Nettoarbeitsplatzeffekt** von ungefähr einer Million Personenjahren bis 2030, mit einem Maximum von 75.000 Personenjahren im Jahr 2015.

Die Bundesregierung will die Förderprogramme für die Wärmedämmung bestehender Wohnungen auf 1,4 Milliarden Euro pro Jahr aufstocken; dies ist ein wichtiger Schritt in die richtige Richtung. Nach unseren Ergebnissen sollte ein kleiner Teil der Mittel in den **Aufbau einer dezentralen Netzwerkinfrastruktur** investiert werden. Sie würde vor Ort das Marketing, die Beratung zu Maßnahmen, Wirtschaftlichkeit und Förderung sowie die Marktakteure zusammenbringen und so die Nutzung der Förderprogramme wesentlich verbessern und Mitnehmereffekte reduzieren.

Zusätzlich sollte eine halbe Milliarde Euro jährlich für die **Förderung der Stromeinsparung** bei Lüftung, Beleuchtung, Umwälzpumpen und Geräten in Industrie, Gewerbe und Haushalten verwendet werden. Hier könnte noch rascher Energie eingespart, Kosten und Emissionen gesenkt werden als bei der Wärmedämmung.

So könnte Deutschland die neue EU-Richtlinie für Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen rasch und schlagkräftig umsetzen. Dass dies möglich ist, beweisen übrigens unsere Nachbarländer Großbritannien, Dänemark, Norwegen, Flandern und Italien, in denen Einsparungen von 1 % pro Jahr mit solchen Energiesparprogrammen tatsächlich erreicht werden. Dänemark und Großbritannien haben ihr Ziel jetzt auf 1,7 % pro Jahr erhöht!

3.5 Der Verkehr – das Stiefkind der Klimaschutzpolitik

In keinem Sektor wachsen die CO₂-Emissionen nach wie vor so Besorgnis erregend wie im Verkehr. Daher sind ausführlichere Analysen und Impulse für ein System nachhaltigerer Mobilität notwendig, als sie hier möglich sind. Wir beschränken uns hier auf wenige Hinweise:

Auf EU-Ebene sollte die Bundesregierung sich generell für strikte Verbrauchsgrenzwerte und einheitliche Kennzeichnung mit einer Skala von A bis G für die Energieeffizienz von Fahrzeugen (wie auch generell möglichst vieler Geräte- und Anlagenarten) stark machen. Bei PKW ist es möglich, bis 2012 das 5-Liter-Auto und bis 2015 das 4-Liter-Auto zum Standard zu machen.

Im **Verkehrsbereich** sollten darüber hinaus die folgenden Maßnahmen ergriffen werden:

- Verkehrsvermeidung durch entsprechende Siedlungsplanung und die Stärkung regionaler Wirtschaftskreisläufe;

- Verkehrsverlagerung auf den Umweltverbund, z.B. durch Beschränkung der Straßenbaumittel auf Instandhaltung und Konzentration der Investitionsmittel auf Bahn, Bus, Fahrrad- und Fußwege sowie die Erhöhung und Ausweitung der LKW-Maut;
- Effizienzsteigerung auch bei Bus und Bahn;
- Trainings zur energiesparenden Fahrweise, Einsatz von Leichtlauföl und leicht rollenden Reifen; konsequente Beschaffung sparsamer und umweltfreundlicher Fahrzeuge durch die öffentliche Hand, betriebliches Mobilitätsmanagement;
- Einbeziehung des Flugverkehrs in den Emissionshandel sowie zumindest bis dahin Besteuerung des Flugbenzins (europaweit) oder Umweltabgaben auf die Flughafengebühren.

3.6 KWK und Erneuerbare dynamisch ausweiten: KWK- und EE-Gesetz fortschreiben

Auch die Kraft-Wärme-/Kälte-Kopplung (KWK) als wichtigste Technologie für die Energieeffizienz in der Erzeugung bietet große Potenziale zur Energieeinsparung und Kostensenkung. In den oben erwähnten Klimaschutzszenarien mit Atomausstieg steigt der in KWK erzeugte Stromanteil auf 40% bis zum Jahr 2050 (heute etwa 12%); die Niederlande, Dänemark und Finnland haben schon heute einen KWK-Anteil von über 35%.

Die steigenden Großhandels- und Endverbraucherpreise für Strom geben der KWK zwar zum Teil neuen Auftrieb. Die Kartellbehörden müssen jedoch faire Konditionen für Gaslieferung sowie Reserve- und Zusatzstromversorgung bei Eigenerzeugungsanlagen gewährleisten. Auch das KWK-Gesetz sollte fortgeschrieben werden und dabei besonders die Bedingungen für die industrielle und gewerbliche Eigenerzeugung verbessern.

Schließlich ist auch die Markteinführung und technische Reife der erneuerbaren Energien weiter zu fördern. Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) sollte mindestens bis 2008 weiter gelten und dann behutsam an die Markt- und Preisentwicklung angepasst werden. Weiterhin steht auf der politischen Agenda, eine dem EEG vergleichbare effektive gesetzliche Regelung für die Wärme- und Kälteerzeugung aus erneuerbaren Energien zu schaffen (REG-Wärme-Gesetz).

4 Fazit

Mit den skizzierten Maßnahmen lassen sich in Deutschland ambitionierte Klimaschutzziele auch bei gleichzeitigem Atomausstieg mit vertretbaren volkswirtschaftlichen Kosten erreichen. Die volkswirtschaftliche Kostendynamik einer solchen Nachhaltigkeitsstrategie folgt dabei in allen Szenarien einem typischen Muster: Ohne Berücksichtigung der vermiedenen externen Kosten ergibt sich etwa bis 2030 durch den forcierten Einstieg in das Mix der Erneuerbaren Energien ein vertretbarer volkswirtschaftlicher Mehraufwand, wenn gleichzeitig die wesentlich kostengünstigeren Potenziale der rationelleren Energienutzung erschlossen werden. Durch Lernkurveneffekte, Kostendegression durch Massenfertigung und die Ausnutzung aller Vorteile rationellerer Energieumwandlung und -nutzung werden die **Kosten eines Referenzpfades** durch eine Nachhaltigkeitsstrategie **etwa nach 2030 unterschritten**. Die Vorteile der ökologischen Modernisierung des Energiesystems liegen zusammengefasst darin, dass

- die zentralen energierelevanten Risiken einer Trendentwicklung begrenzt und langfristig weitgehend vermieden werden können,
- „First Mover“ Vorteile für die deutsche Industrie für große weltweite Zukunftsmärkte entstehen und
- die Energieangebotsstrukturen stärker dezentralisiert und wettbewerbsintensiver gestaltet werden können.

Es besteht also nicht die Gefahr, dass Deutschland mit einer Vorreiterrolle beim Ausstieg aus der Kernenergie und durch eine ambitionierte Klimapolitik international ins Hintertreffen geraten und seine Wettbewerbsfähigkeit in Frage stellen würde. Die vorliegenden Szenarien und Systemanalysen belegen eher, dass das Gegenteil der Fall sein wird.

Literatur

- (1) Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2006): Energieversorgung für Deutschland. Statusbericht für den Energiegipfel am 3. April 2006. Berlin.
- (2) Deutscher Bundestag (Enquete-Kommission „Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und Liberalisierung“, Hrsg.) (2002): Endbericht. Bundestagsdrucksache 14/9400. Berlin.
- (3) Wuppertal Institut (2005): Konzept für einen EnergieSparFonds in Deutschland. Endbericht im Auftrag der Hans-Böckler-Stiftung. Wuppertal. Zwischenergebnisse unter www.wupperinst.org/Projekte/fg2/3216.html
- (4) Lechtenböhmer, Stefan; Grimm, Vanessa; Mitze, Dirk; Thomas, Stefan; Wissner, Matthias (2005): Target 2020: Policies and measures to reduce greenhouse gas emissions in the EU. A report on behalf of WWF European Policy Office. September 2005. Wuppertal.
- (5) Prognos AG, Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (2005): Die Entwicklung der Energiemärkte bis zum Jahr 2030, Schlussbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit, Berlin, 2005

- (6) J. Nitsch, M. Fishedick u.a. (2004): Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland. Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Berlin. 2004 (www.erneuerbare-energien.de)
- (7) EU Commission (2006): Green Paper – A European Strategy for Secure and Sustainable Energy for Europe, Brussels, 2006
- (8) Fishedick, M., Nitsch, J., Staiß, F.: Ausbau erneuerbarer Energien im Stromsektor bis zum Jahr 2020, Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Wuppertal, Stuttgart, 2005
- (9) Jochem, E. (ed.), Steps towards a sustainable development. A White Book for R&D of energy-efficient technologies, Altstätten, March 2004
- (10) Hennicke, Peter. Scenarios for a robust policy mix: the final report of the German study commission on sustainable energy supply. In: Energy Policy Vol 32 (2004), No 15, pp. 1673-1678.
- (11) Hennicke, P./ Fishedick, M., Hydrogen for Energy Policy...forthcoming