3 Klimaschutz

Botschaften

Der 4. Sachstandsbericht (AR4) des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) hat neue alarmierende Erkenntnisse gebracht. Die dort für erforderlich gehaltenen Treibhausgas-Reduktionen (Treibhausgas – THG) gehen deutlich über den bisherigen Diskussionsstand hinaus. Mehrfach wird zur Begrenzung des Temperaturanstiegs auf 2° C ein globales THG-Reduktionserfordernis von 50 bis 85 % bis 2050 (gegenüber 2000) genannt. Für die Industrieländer wird eine Emissionsminderung gegenüber 1990 von minus 25 bis 40 % bis 2020 genannt und bis 2050 eine THG-Minderung um 80 bis 95 % als nötig erachtet. Der SRU empfiehlt, diese weiter gehenden Vorgaben und ihre Begründung in den weiteren Zielbildungsprozess einzubeziehen. Dies ist vertretbar, weil diesen weiter gehenden Zielen eine neue Innovations- und Wachstumsdynamik bei klimarelevanten Technologien gegenübersteht, die die Handlungsspielräume erweitert hat.

Der Ansatz Deutschlands und der EU, im Klimaschutz voranzuschreiten, um andere Länder nachzuziehen, ist richtig und hat sich auch wirtschaftlich als erfolgreich erwiesen. Glaubwürdig ist diese Politik aber nur, wenn die festgelegten Ziele auch erreicht werden. Die klimapolitischen Kabinettsbeschlüsse vom 5. Dezember 2007 sind grundsätzlich zu begrüßen. In Teilbereichen wie der Stromeinsparung oder der weiteren steuerlichen Förderung verbrauchsintensiver Dienstwagen wurden jedoch sachlich nicht gerechtfertigte Einschränkungen vorgenommen.

Der Steigerung der Energieeffizienz kommt eine besondere Bedeutung zu. Im Hinblick auf die hohe Profitabilität entsprechender Maßnahmen und angesichts der hohen Bedeutung der Energiepreise wie auch des Innovationswettbewerbs in diesem Bereich hält der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) noch anspruchsvollere Maßnahmen für möglich und – im Hinblick auf das Tempo des Klimawandels – für sinnvoll. Grundsätzlich sollten bei der Umsetzung anspruchsvolle, kalkulierbare Zielvorgaben mit einer monetären Tendenzsteuerung verfolgt werden, die durch eine Detailsteuerung (z. B. dynamische Verbrauchsstandards) ergänzt wird. Schwerpunktbereiche der Effizienzstrategie sind Gebäude, energieverbrauchende Geräte und Verkehr. Hier sind hohe ungenutzte wirtschaftliche Potenziale vorhanden.

Im Bereich der Wohnimmobilien sollte im Sinne der Klimapolitik der EU über die jetzige Planung hinaus bis 2015 der Passivhausstandard für Neubauten anvisiert werden. Allerdings scheitert die Realisierung der baulichen und nutzungsbezogenen Energieeinsparungen häufig an unangepassten Rahmenbedingungen. Die deshalb berechtigten Förderprogramme sollten der Effizienz des Fördermitteleinsatzes und der tatsächlichen Energieeinsparungen ausreichend Rechnung tragen.

Bei den energieverbrauchenden Geräten spielt in der Diskussion die Orientierung am marktbesten „Top Runner“ eine wichtige Rolle. Diese Dynamisierung der Standards hat Innovationen gefördert, die die technischen Potenziale der Energieeinsparung weiter erhöht haben. Die europäische Öko-Design-Richtlinie für energieverbrauchende Produkte, die diesen Ansatz um ökologische Kriterien erweitert, sollte schneller, anspruchsvoller und zunächst mit dem Fokus auf Energieeffizienz umgesetzt werden.

Die Selbstverpflichtung der europäischen Automobilindustrie zur Begrenzung des CO2-Verbrauches von PKW ist gescheitert. Der SRU empfiehlt als Alternative einen einheitlichen Grenzwert für alle PKW, der durch die Möglichkeit der herstellerinternen Kompensation und des Handels zwischen den Herstellern flexibilisiert wird. Der Zielwert sollte nach 2012 weiter auf 80 bis 95 g/km reduziert werden. Dieser Standard sollte durch ökonomische Instrumente flankiert werden, die das Kaufverhalten in Bezug auf PKW und die Fahrleistungen beeinflussen. Die von der Europäischen Kommission vorgeschlagene gewichtsabhängige Grenzwertkurve mit Strafzahlungen und Flexibilisierung macht Konzessionen an die PS-starke Automobilindustrie, die weder den technischen Potenzialen noch den Erfordernissen des Klimaschutzes gerecht wird.

Die Abscheidung und Lagerung von CO2 (Carbon Capture and Storage – CCS) ist grundsätzlich technisch realisierbar, steht aber noch vor ungelösten technischen und wirtschaftlichen Problemen. Die Investitionskosten eines Kraftwerkes mit CCS sind annähernd doppelt so hoch wie ohne. Noch einmal wesentlich höher sind die Zusatzkosten für die Nachrüstung (Retrofit) eines bestehenden Kraftwerkes. Ob und wann CCS Marktreife erlangt und für die Lagerung hinreichende Akzeptanz findet, ist – auch angesichts neuerlicher Probleme bei Anlagen in Norwegen und den USA – noch völlig offen. Erfüllt die Technologie die in sie gesetzten Erwartungen nicht oder/und erweisen sich Nachrüstungen von Kraftwerken als nicht rentabel, dürfen die Klimaschutzziele keinesfalls in Frage gestellt werden. Angesichts dramatischer Klimaveränderungen ist ein möglicherweise massiver Ausbau von Kohlekraftwerken auf der Basis ungesicherter technologischer Zukunftserwartungen nicht zu rechtfertigen. Deshalb ist die öffentliche Kritik am Neubau von Kohlekraftwerken verständlich. Letztlich entscheidet der europäische Emissionshandel, ob CCS im deutschen Energiemix je einen Beitrag zur Emissionsreduktion leisten wird. Entscheidend ist das glaubwürdige Beharren der Politik auf der Einhaltung des Emissionsbudgets, damit aus dem betriebswirtschaftlichen kein gesamtgesellschaftliches (Klima-)Risiko wird. Um Fehlinvestitionen zu vermeiden, sollte die Privilegierung der Kohleverstromung im Emissionshandel (bis 2012) rechtzeitig und eindeutig aufgehoben werden. Die weitere Erforschung der CCS-Technologie erachtet der SRU allerdings als sinnvoll.

Der Kommissionsvorschlag zur Novellierung der Emissionshandelsrichtlinie mit dem einheitlichen, langfristig berechenbaren Emissionsbudget und der langfristig vollständi

gen Versteigerung ist ebenso zu begrüßen wie die angestrebten weiteren Vereinfachungen. Bei der Übergangsregelung für die Industrie ist eine Harmonisierung zwar besser als einzelstaatliche Regeln, aber hier ist die zusätzliche Komplexität, die in das System gebracht wird, gegenüber dem vermeintlichen Nutzen abzuwägen. Das Gleiche gilt für die vorgesehenen Ausnahmeregelungen für vermeintlich von Abwanderung betroffene Industrien, die entsprechend restriktiv gehandhabt werden sollten. Langfristig sollte der Emissionshandel auf der ersten Handelsstufe ansetzen. Der entscheidende Vorteil dieses Modells bestünde darin, dass die energiebedingten Emissionen aller Sektoren erfasst würden. Zusätzliche Maßnahmen zur Mobilisierung spezieller Innovationspotenziale – von dynamischen Höchstverbrauchsstandards bis zur Produktkennzeichnung – sind in einem solchen System weiterhin möglich.

Eine naturschutzkonforme Landnutzung senkt die Empfindlichkeit (Vulnerabilität) der Landnutzungen und verringert zugleich die Treibhausgasemissionen. Sie sollte die Landschaften auch für die klimabedingte Migration der Arten durchlässig machen. Maßnahmen, die den Kohlenstoffvorrat im Boden steigern, tragen nicht nur zur Kohlenstoffspeicherung und zum Erhalt der Biodiversität bei, sie verbessern auch den Wasserhaushalt und die Nährstoffzyklen terrestrischer Ökosysteme. Eine Vitalisierung der Naturräume fördert somit gleichermaßen den Klimaschutz, die Anpassung an den Klimawandel und die Ziele des Naturschutzes.

3.1 Einleitung

87. Die Klimapolitik ist in den Jahren 2006 und 2007 in den Mittelpunkt der umweltpolitischen Aufmerksamkeit gerückt. Ursachen hierfür sind nicht nur neue Erfahrungen mit extremen Wetterereignissen (wie dem Hurrikan „Catherina“ in den USA oder schweren Waldbränden im Süden Europas), sondern auch neue wissenschaftliche Erkenntnisse zum Klimawandel und seinen Schadenseffekten, unter anderem durch den 4. Sachstandsberichtes des IPCC (Fourth Assessment Report – AR4) und den sogenannten Stern Review. In der Öffentlichkeit wie in der europäischen und internationalen Politik ist eine teils erhebliche Beunruhigung erkennbar geworden, die auch auf der erstmalig dem Klimathema gewidmeten UN-Vollversammlung im Herbst 2007 deutlich wurde. Gleichzeitig zeigt sich eine neue Innovations- und Wachstumsdynamik bei klimarelevanten Technologien, die neue Handlungsspielräume erkennen lässt.

Der SRU hat sich mit der Klimaschutzpolitik in den Umweltgutachten 2002 und 2004 ausführlich befasst. Die sich inzwischen verdichtenden Anzeichen einer Beschleunigung des Klimawandels (etwa in der Arktis) in den letzten Jahren legen auch eine kritische Interpretation des 4. Sachstandberichts des IPCC nahe.

Die Treibhausgaskonzentrationen der unter dem Kyoto-Protokoll erfassten Gase erreichen heute 430 ppm (parts per million) CO_2-eq (CO_2-Äquivalente – equivalents) (STERN 2006, S. 3). Die bislang als maximal tolerabel betrachtete Treibhausgaskonzentration von 450 ppm CO_2-eq ist also fast erreicht. Auch sie würde nach IPCC-Berechnungen das weithin anerkannte Ziel der Begrenzung der globalen Erwärmung von höchstens 2° C nur mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 % einhalten. Schon der nicht mehr zu vermeidende globale Temperaturanstieg von weniger als 2° C gegenüber vorindustriellen Werten (1750) birgt bereits kaum überschaubare Risiken. Dies legt strengere Zielwerte und ein rascheres Handeln nahe.

Daher sind auch die bisherigen europäischen Zielwerte einer Treibhausgasreduktion von gegebenenfalls 30 % (bis 2020) bzw. 60 bis 80 % (bis 2050) (40 bzw. 80 % für Deutschland) gegenüber 1990 im Lichte neuer Erkenntnisse und im Sinne des Vorsorgeprinzips kritisch zu hinterfragen. Das gilt für die langfristigen Zielwerte und die Ausgestaltung des Emissionshandels, für die Steigerung der Effizienz der Energieumwandlung (Kraft-Wärme-Kopplung – KWK) und des Energieendverbrauchs (insbesondere im Gebäudebereich, bei Kfz und bei Produkten). Vor allem wird es darum gehen, bisher privilegierte Bereiche wie insbesondere die Kohleverstromung und die PS-starken Varianten der PKW angemessen zu erfassen und den wichtigen Gebäudebestand anspruchsvoller und wirksamer zu regulieren. Bei den erneuerbaren Energien können höhere Zielwerte durch das unerwartet starke Wachstum in diesem Bereich realisiert werden.

3.2 Wissenschaftliche Grundlagen

3.2.1 Methode und Systematik der Berichte des Intergovernmental Panel on Climate Change

88. Der Zwischenstaatliche Ausschuss für Klimaänderungen (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) wertet im Turnus von einigen Jahren die neuesten Klimaforschungen aus und fasst sie zu einem Sachstandsbericht zusammen. Im Jahre 2007 ist der 4. Sachstandsbericht vorgelegt worden. Dieser gliedert sich nach Arbeitsgruppen (Working Groups – WG). WG-I ist für die naturwissenschaftliche Basis verantwortlich (IPCC 2007c), WG-II für die Auswirkungen des Klimawandels (IPCC 2007a) und WG-III für Technologieentwicklung, Anpassungsstrategien und Vermeidungsmaßnahmen (IPCC 2007b). Im Frühjahr 2007 wurden die Zusammenfassungen für Entscheidungsträger (Summaries for Policymakers – SPM) dieser Arbeitsgruppen der Öffentlichkeit präsentiert (IPCC 2007e; IPCC 2007d; IPCC 2007f). Die Formulierungen dieser Kurzfassungen werden im Unterschied zu den Langfassungen im Vorfeld politisch verhandelt. Dies führt tendenziell zu Abschwächungen von Aussagen. Daher ist auf die zum Teil deutlich kritischeren

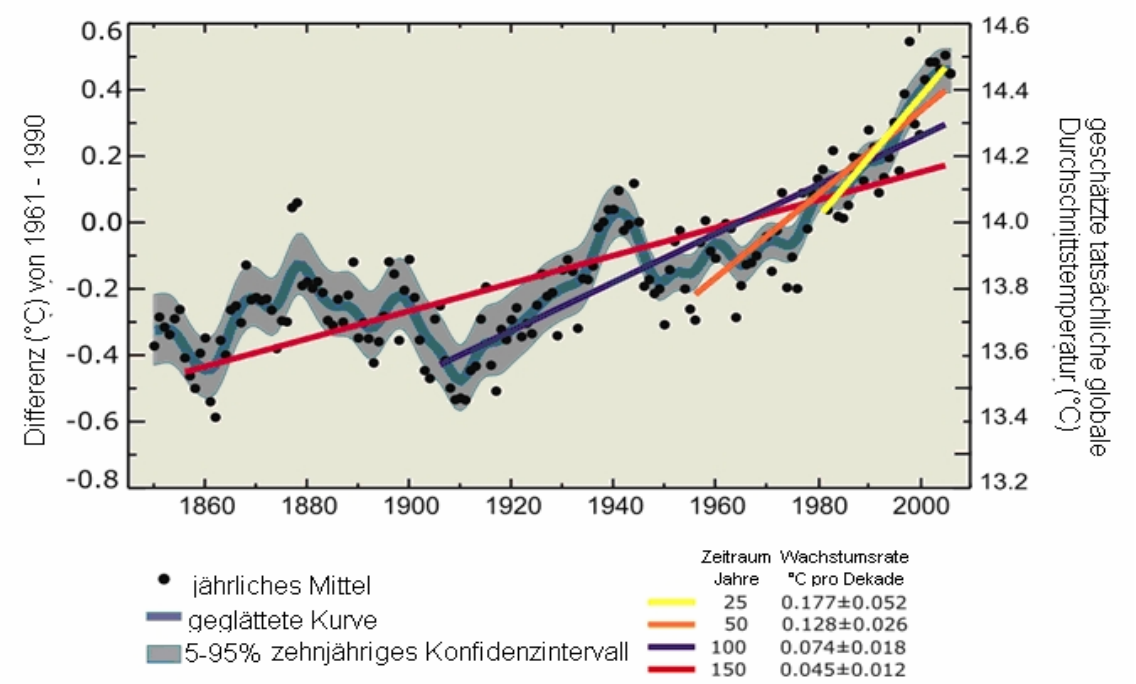
Aussagen des eigentlichen Berichts und zum Teil auch der technischen Zusammenfassungen (Technical Summary – TS) hinzuweisen.

3.2.2 Der 4. Sachstandsbericht des Intergovernmental Panel on Climate Change

89. Insgesamt wird im AR4 das Bild der Klimarisiken gegenüber früheren IPCC-Berichten nicht nur bestätigt, sondern in wichtigen Punkten ergeben sich dramatischere Befunde. In keinem entscheidenden Punkt ergibt sich gegenüber den früheren Sachstandsberichten eine Entwarnung. Dies gilt für den Anstieg des Meeresspiegels, Wetterextreme wie Hitzewellen mit negativen Effekten für die Gesundheit, negative Auswirkungen auf die Biodiversität usw. Seriöse prinzipielle Zweifel am anthropogenen Klimawandel sind nicht mehr möglich: Die Sicherheit und Zuverlässigkeit des vorhandenen Wissens ist in den vergangenen 15 Jahren insgesamt gewachsen. Das IPCC sieht einen signifikanten Fortschritt in der Wissensbasis, obgleich viele Faktoren, die das Klimasystem beeinflussen, nach wie vor nur unvollständig verstanden sind (Wolken, Aerosole, Dynamik der Kryosphäre (eisbedeckte Erdoberfläche), Ozeane, Landnutzungsänderungen). Das Zusammenspiel von direkten und indirekten Messdaten (proxies), Theorien und Modellen ergibt das kohärente Bild einer deutlichen und stärker werdenden Erderwärmung (vgl. Abb. 3-1), die mit durch menschliche Aktivitäten verursacht wurde und wird. Die globale Erwärmung war in den letzten 50 Jahren nahezu doppelt so hoch wie im linearen Durchschnitt der Jahre 1906 bis 2005. Sie war im letzten Jahrzehnt (1995 bis 2006) am höchsten (SOLOMON et al. 2007, S. 36). Elf der letzten 12 Jahre waren die wärmsten seit Beginn der Messungen 1850.

Abbildung 3-1

Beschleunigter Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur



Quelle: SOLOMON et al. 2007, S. 37

Diese Beschleunigung ist im Kontext eines bisher noch geringen Anstiegs der globalen Durchschnittstemperatur von 0,76° C gegenüber vorindustriellen Werten beunruhigend. Sie ist kein gesicherter Langzeittrend, aber im Zusammenhang mit anderen Erkenntnissen zu Rückkopplungseffekten des Klimawandels gut erklärbar: Das Klimasystem ist aufgrund positiver Rückkopplungen (feed backs) und nicht-linearer Veränderungen wahrscheinlich dynamischer als dies ursprünglich angenommen wurde (s. a. WBGU 2007, S. 77 ff.). Die Hypothese, wonach das globale Klimasystem mitsamt den Systemen der Meereszirkulation, der Kryosphäre, der Biosphäre usw. ein eher träges System sei, wird derzeit einer kritischen Revision unterzogen. Das IPCC betont mehrfach die positiv verstärkenden feed backs im globalen Klimasystem. So können beispielsweise die Erwärmung und Versauerung der Meere (s. a. WBGU 2006) sowie das Auftauen von Permafrostmooren über die Freisetzung von dem an Meeresböden und in Mooren gespeicherten Methan positive Rückkoppelungseffekte hervorrufen. Eine kurzfristige Freisetzung größerer Mengen von Methanhydrat ist zwar unwahrscheinlich, aufgrund der Erwärmung der Ozeane besteht aber die Gefahr einer langfristigen Methanfreisetzung. Die Freisetzung von Methan aus auftauenden Mooren könnte demgegenüber rascher erfolgen, wobei über das Ausmaß dieses Prozesses große Unsicherheiten bestehen (DENMAN et al. 2007, S. 543). Ein weiterer Rückkopplungseffekt besteht darin, dass sich durch Veränderungen in der Kryosphäre die dortige Albedo (Rückstrahlung) verändert. Die CO_2-Aufnahmefähigkeit

terrestrischer Ökosysteme (Wälder, Böden usw.) könnte bei einer raschen Erderwärmung allmählich schwächer werden und sich bei einer starken Temperaturerhöhung sogar umkehren. Allein diese Rückkopplung könnte um bis zu 1° C zur Erderwärmung beitragen (BARKER et al. 2007b, S. 77, 89).

90. Besondere Aufmerksamkeit haben in der jüngeren Klimaforschung nicht-lineare Veränderungen beim Überschreiten von Schwellen – sogenannte tipping points – gefunden. Diese nicht-linearen Veränderungen können weitreichende und teilweise globale Konsequenzen nach sich ziehen. Wichtige tipping points des globalen Klimasystems sind unter anderem der Nordostatlantik mit seiner Bedeutung für die atlantische Meereszirkulation (Golfstrom), das Amazonasbecken, die Monsungebiete des indischen Subkontinents, die Gletscherregionen von Pamir und Himalaya, die Permafrostgebiete Sibiriens und die Änderung der Windmuster im Südpazifik (El Niño). Die Folgen von großräumigen ökologischen Transformationen in diesen Gebieten sind laut IPCC nicht mehr abschätzbar (BARKER et al. 2007b). Schätzt man im Lichte des Vorsorgeprinzips und des Art. 2 der Klimarahmenkonvention (Tz. 97-99) die möglichen positiven Rückkoppelungseffekte und die Veränderungen von tipping points als stark und gefährlich ein, müssen die Stabilisierungsziele korrigiert und strenger gefasst werden.

Die Klimasensitivität wird vom IPCC mit ungefähr 3° C als bestem Schätzwert (best estimate) angegeben. Sie betrifft die wahrscheinliche Erhöhung der globalen Mitteltemperatur bei einer Verdopplung der Konzentration der THG gegenüber vorindustriellen Werten. Im 3. Sachstandsbericht (Third Assessment Report – TAR) des IPCC wurde die Klimasensitivität in einer Spannbreite von 1,5° bis 4,5° C angegeben. Nunmehr gilt es als sehr unwahrscheinlich, dass die Klimasensitivität kleiner als 1,5° C ist. Werte von über 4,5° C können hingegen laut AR4 nicht ausgeschlossen werden (SOLOMON et al. 2007, S. 65).

91. Keines der vom IPCC entwickelten Emissionsszenarien (Special Report on Emission Scenarios, SRES) sichert ein wahrscheinliches Einhalten des vielfach – auch von der EU – genannten 2°-Ziels (IPCC 2000b; IPCC 2000a; vgl. Tz. 97, 100). Zwar liegt das 2°-Ziel in der positivsten der Szenario-Familien, der sogenannten B-1-Familie, noch innerhalb der abgeschätzten wahrscheinlichen Bandbreite von 1,6 bis 3,4° C gegenüber 1990, aber auch hier liegt der beste Schätzwert bei 2,3° C gegenüber 1990. Die Darstellung ist hier insbesondere in der SPM der WG-I irreführend. So werden die in der Öffentlichkeit viel zitierten Veränderungen des Meeresspiegels um 18 bis 59 cm bis zum Ende des Jahrhunderts angegeben, die aber nur den thermisch bedingten Anstieg des Meeresspiegels betrifft und womöglich den dramatischeren, durch Abschmelzprozesse bedingten Anstieg ausklammert. Zudem wird hier als Basiswert der Zeitraum 1980 bis 1990 verwendet, der bereits einen Anstieg voraussetzt. Auch die

Temperaturveränderungen der Szenarien werden an dieser Stelle auf den Zeitraum seit 1980 bis 1990 bezogen, anstatt, wie sonst üblich, auf die vorindustriellen Werte. Lediglich eine Fußnote in der TS II (also in einem anderen Dokument) weist darauf hin, dass dies einer Addition von 0,5° C bedarf. Dann liegt mit 2,3° C auch das B-1-Szenario über dem Zielwert (IPCC 2007e, S. 13; ADGER et al. 2007, S. 11 Fn. 8). In allen anderen Szenarien steigen die Risiken der Zielverfehlung noch weiter. Allerdings sind diese SRES-Szenarien ohne explizite Klimapolitik modelliert worden und stellen lediglich mögliche Entwicklungspfade (story lines) dar. Die Einschätzung, wonach einzig das B-1-Szenario zu verantworten ist und überdies durch eine anspruchsvolle Klimaschutzpolitik ergänzt werden muss (OTT et al. 2004), gewinnt im Lichte des AR4 zusätzlich an Plausibilität. Nach IPCC-Einschätzung erfordert auch ein maßvoller THG-Konzentrationswert von 445 bis 490 ppm CO_2-eq (mit einem Temperaturanstieg von immerhin 2 bis 2,4° C) bis 2050 eine globale Emissionsreduktion von 50 bis 85 % gegenüber 2000. Für die Industrieländer wird eine Reduktion von 80 bis 95 % gegenüber 1990 als erforderlich angesehen (BARKER et al. 2007b, S. 39; FISHER et al. 2007, S. 198; GUPTA et al. 2007, S. 776). Diese Werte sind deutlich strenger als die bislang diskutierten.

Der schwedische Scientific Council on Climate Issues unterstreicht die IPCC-Aussage, dass nur ein Konzentrationswert von 400 ppm CO_2-eq eine hinreichende Wahrscheinlichkeit (66 %) ergibt, das 2°-Ziel zu erreichen. Für die EU hält er – anstelle von 60 bis 80 % – eine THG-Reduzierung um 75 bis 90 % bis zum Jahr 2050 für notwendig (Scientific Council on Climate Issues 2007). Angesichts der heute erreichten CO_2-Konzentrationen von 380 ppm (entsprechend ca. 420 ppm CO_2-eq) ist ein weiter gehendes Umsteuern erforderlich.

Insoweit ist es begrüßenswert, dass der Klimagipfel in Bali (Dezember 2007) nicht nur „starke Einschnitte bei den globalen Emissionen“ fordert, sondern für die Industrieländer – wenn auch nur in einer Fußnote des Aktionsplan – ein THG-Reduktionsziel für 2020 von 25 bis 40 % gegenüber 1990 ins Spiel bringt und die anspruchsvolleren Reduktionsszenarien des AR4 immerhin ausdrücklich zitiert (Tz. 98).

92. Eine sogenannte sanfte Landung, also die Beherrschung eines moderaten Klimawandels durch energische Vermeidungs- und intelligente Anpassungsstrategien ist immer noch in Reichweite verantwortlichen klimapolitischen Handelns. Allerdings wird bei einem ungebremsten Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur eine Bewältigung des Klimawandels unwahrscheinlicher, da die Anpassungskapazitäten ökologischer und sozialer Systeme zunehmend überfordert werden. Daher ist das Verhältnis von Vermeidung (mitigation) und Anpassung (adaptation) so zu verstehen, dass Vermeidung eine entscheidende Bedingung für erfolgreiche Anpassung ist, da

nur die Folgen eines moderaten Klimawandels beherrschbar erscheinen (vgl. Kap. 3.7).

93. Die globalen Emissionen sind in den vergangenen Jahrzehnten kontinuierlich auf mittlerweile 7,2 (±0,3) Gt Kohlenstoff (C) pro Jahr zwischen 2000 und 2005 angestiegen. Nahezu unverändert hohe oder steigende (USA seit 1990) Emissionen in den Industrieländern und steil ansteigende Emissionen in den Schwellenländern schließen eine kurzfristige Trendwende aus. Im Trendszenario der Internationalen Energieagentur (IEA) wird bis 2030 sogar ein CO_2-Anstieg um 57 % errechnet (IEA 2007d, S. 13). Die allgemeinen Bedingungen für ein Umsteuern haben sich gleichwohl, wie in diesem Kapitel gezeigt werden wird, verbessert. Dem IPCC ist zuzustimmen, dass die erforderlichen Technologien für eine Bewältigung des Klimaproblems verfügbar sind. Eine entschlossene Klimapolitik lässt zudem zusätzliche Innovationseffekte erwarten, die das Problemlösungspotenzial erhöhen können.

94. Der Verweis auf kritisch hohe Schadenskosten des unterlassenen Klimaschutzes im Stern Review (STERN 2006; 2007) ist auch dann im Grundsatz plausibel, wenn methodische Einwände angebracht sind. Der SRU hat bereits darauf hingewiesen, dass mit Hilfe ökonomischer Optimierungsmodelle fast jede Klimapolitik vom „wait and see“ bis hin zu energischer Emissionsreduktion als „effizient“ bzw. „optimal“ dargestellt werden kann. Dies liegt an den entscheidenden „Stellschrauben“ ökonomischer Modelle wie der Diskontrate, den Energiepreisen, der Schadensfunktion, der statistischen Bewertung menschlichen Lebens, Lernkurveneffekten, einer endogenen oder exogenen Modellierung technologischen Fortschritts, der Quantifizierung der Schäden von Extremereignissen, der Monetarisierung ökologischer Veränderungen usw. In diesem Zusammenhang sind auch die im Stern Review berechneten sehr hohen Schadenskosten zu sehen (SRU 2002a, Tz. 15, 522; CLINE 2005; MATSCHOSS 2004; OTT 2003; HAMPICKE 2003; PARFIT 1983; LIND und SCHULER 1998).

In der Klimaökonomik setzt sich die Einsicht durch, dass in den älteren Berechnungen (NORDHAUS 1994; NORDHAUS und YANG 1996) die kurzfristigen Opportunitätskosten der Emissionsvermeidung (weit) überschätzt, der langfristige Nutzen (weit) unterschätzt wurde. Die Mehrheit der vom IPCC ausgewerteten ökonomischen Studien ergibt Zusatzkosten durch den Klimaschutz. Aber selbst für Konzentrationsziele von ungefähr 450 ppm CO_2-eq liegen die Kosten, ausgedrückt in kumulierten Bruttoinlandsprodukt-Verlusten (BIP-Verluste), in den meisten Modellen im Jahr 2030 unter 3 % und im Jahr 2050 unter 5,5 % (FISHER et al. 2007, S. 205 f.). Allerdings stellt die Spezifikation des technischen Fortschritts einen zentralen Faktor in den Kostenschätzungen der Langfristmodelle dar. Wird berücksichtigt, dass die Investition in und die Nutzung von effizienten Technologien durch die Klimapolitik

selbst beschleunigt werden (sogenannter endogener technischer Fortschritt), können die Kostenschätzungen – wie auch vom IPCC hervorgehoben – noch geringer ausfallen. Das genaue Ausmaß der Kostenreduktion ist von der Art der Modellierung abhängig und variiert zum Teil erheblich. Im endogenen Fall lohnen sich frühzeitige Reduktionen, da sie aufgrund technologischen Lernens die Kosten späterer, weiterführender Reduktionen verringern (BARKER et al. 2007a, Abschn. 11.5; FISHER et al. 2007, Abschn. 3.4.3.2). Das BMU kommt in einer Kostenabschätzung des deutschen Klimaprogramms sogar zu Einsparungen von 5 Milliarden (BMU 2008, S. IV). Dies entspricht auch neueren Ex-post-Evaluationen von Kosten-Nutzen-Berechnungen nach denen die Vernachlässigung von Innovationseffekten als Folge einer anspruchsvollen Umweltpolitik zur systematischen Kostenüberschätzung führt (OOSTERHUIS 2006; ZEDDIES 2006; ELLIS 2007). Hierbei ist auch zu bedenken, dass die Kosten aus Wachstumsverlusten des BIP bestehen, die häufig in absolute Geldbeträge umgerechnet oder – wie oben – kumuliert ausgewiesen werden und dann „enorm“ oder „gigantisch“ erscheinen. Werden die oben genannten kumulierten Wachstumsverluste von (unter) 3 bzw. 5,5 % hingegen in *jährlichen* Wachstumsverzögerungen ausgedrückt, ergibt sich mit 0,12 % in beiden Fällen ein deutlich moderateres Bild (FISHER et al. 2007, S. 205 f.; SRU 2005a, Tz. 3-6).

95. Für das weitere Vorgehen der Klimapolitik nach Kyoto erhält die Lastenverteilung zentrale Bedeutung. Unter Gerechtigkeitsaspekten ist es nicht zu rechtfertigen, wenn die wohlhabenden Länder, die das Problem durch die vergangenen CO_2-Emissionen maßgeblich verursacht haben und deren Pro-Kopf-Emissionen weit über denjenigen der Entwicklungs- und Schwellenländer liegen, die ärmsten und verwundbarsten Teile der Weltbevölkerung großen Gefahren aussetzen. Es ist überdies kein moralischer Grund zu finden, warum ein Erdenbürger ein größeres Recht auf die Nutzung der Atmosphäre (als sogenanntes global common pool good) beanspruchen könnte als ein anderer. Das darauf bezogene normative Grundkonzept von Kontraktion und Konvergenz (contraction and convergence) (SRU 2002a, Tz. 539; OTT 2007) findet mittlerweile breiten Zuspruch. Dass die Bundeskanzlerin dieses Konzept aufgegriffen und in einen Vorschlag für die UN-Klimakonferenz im Dezember 2007 eingebettet hat, ist zu begrüßen.

3.2.3 Fazit

96. Prinzipielle Zweifel am anthropogenen Klimawandel sind nicht mehr möglich. Der AR4 des IPCC gibt gegenüber früheren Berichten nicht nur keine Entwarnung, in wichtigen Punkten ergeben sich vielmehr dramatischere Befunde. Neben der Beschleunigung des Wandels wird die Bedeutung von Schwellenwerten hervorgehoben, deren Überschreitung zu nicht-linearen Veränderungen des Klimasystems mit nicht mehr abschätzbaren, großräumigen ökologischen

Transformationen führen kann. Die Klimasensitivität wird vom IPCC mit ungefähr 3° C als bestem Schätzwert angegeben. Danach sichert keines der SRES-Szenarien ein wahrscheinliches Einhalten des auch von der EU verfolgten 2°-Ziels. Dies erfordert raschere und weitergehende Emissionsreduktionen, für die Industrieländer von 80 bis 95 % gegenüber 1990. Für das weitere Vorgehen der Klimapolitik nach Kyoto erhält die Lastenverteilung zentrale Bedeutung. Das normative Grundkonzept von Kontraktion and Konvergenz findet mittlerweile breiten Zuspruch.

3.3 Die deutsche Klimapolitik im internationalen Kontext

3.3.1 Das internationale Regime

97. In der 1992 beschlossenen und 1994 in Kraft getretenen Klimarahmenkonvention (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC), die auf die Konferenz für Umwelt und Entwicklung in Rio 1992 zurückgeht, verpflichten sich die 190 Unterzeichner-Staaten dazu, die „Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre auf einem Niveau zu erreichen, auf dem eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems verhindert wird“ (Art. 2 UNFCCC). Inzwischen herrscht die Einschätzung vor, dass es dazu notwendig ist, den globalen Temperaturanstieg auf 2° C gegenüber dem vorindustriellen Niveau (d. h. gegenüber 1750) zu begrenzen (SRU 2004, Tz. 24; WBGU 2003, S. 9; OTT et al. 2004; SCHRÖDER et al. 2002, Kap. 1.4; LUMER 2002). Im 1997 beschlossenen und erst 2005 in Kraft getretenen Kyoto-Protokoll haben sich die westlichen Industrieländer und seinerzeitigen Ostblockstaaten (Annex-I-Staaten) verpflichtet, ihre Emissionen im gesamten Zeitraum von 2008 bis 2012 insgesamt um mindestens 5 % gegenüber 1990 zu senken. Die Bandbreite der Reduktionsverpflichtungen reicht dabei von -8 % für die Länder der Europäischen Union (teilweise als gemeinsame Verpflichtung, Tz. 100 f.) bis +10 % für Island (Art. 3 und Annex B, Kyoto-Protokoll). Diese Verpflichtung ist nicht ausreichend, um Art. 2 UNFCCC gerecht zu werden. In einem Folgeabkommen ist eine Weiterentwicklung mit schärferen Zielen erforderlich. Die Tatsache, dass die Entwicklungsländer bisher von Reduktionsverpflichtungen ausgenommen sind, trägt dem Prinzip der „gemeinsamen, aber unterschiedlichen Verantwortlichkeiten“ Rechnung (Art. 3 UNFCCC), das den Annex-I-Staaten eine Führungsrolle zuweist (IISD 2006; MATSCHOSS 2004; SRU 2004; UNFCCC 2007a; GRUBB et al. 1999; OBERTHÜR und OTT 1999).

Wichtigste Aufgabe der weiteren Ausgestaltung des internationalen Regimes ist die Festlegung weiterer Reduktionsverpflichtungen für einen unterbrechungsfreien Übergang nach dem Auslaufen des Kyoto-Protokolls Ende 2012. Letzteres kann nur einen ersten Schritt auf dem Weg zur Stabilisierung darstellen, weil

- die bisher beschlossenen Reduktionen für die oben dargelegten Reduktionserfordernisse völlig unzureichend sind,
- die Annex-I-Staaten alleine das 2°-Ziel nicht erreichen können und daher zukünftig auch Entwicklungsländer, insbesondere große Schwellenländer wie China und Indien, Reduktionsverpflichtungen eingehen müssen, und
- die Weigerung des Annex-I-Staates USA als weltweit größter Emittent mit den höchsten Pro-Kopf-Emissionen das Kyoto-Protokoll zu unterzeichnen die Glaubwürdigkeit des postulierten Prinzips der unterschiedlichen Verantwortlichkeiten beschädigt hat.

98. Die Wirksamkeit eines zukünftigen Regimes wird insbesondere davon abhängen, ob es gelingt, die USA einerseits sowie China und Indien andererseits in ein Regime der THG-Reduktion einzubinden, da diese Länder zusammen mit der EU, Kanada, Russland und Japan für 75 % der globalen THG-Emissionen verantwortlich sind (Europäische Kommission 2005b). Es ist daher zu begrüßen, dass der Klimaschutz – seit den Beratungen in Gleneagles 2005 – ein Schwerpunktthema der Gruppe der Acht (G8) geworden ist und unter der deutschen Präsidentschaft die Schwellenländer Brasilien, China, Indien, Mexiko und Südafrika in die Beratung einbezogen worden sind (sogenannte G8+5) (Bundesregierung 2006). Eine konkrete Reduktionsverpflichtung der G8-Staaten war nicht zu erwarten. Allerdings bekannten sich die G8 zu einer Nachfolgeregelung für das Kyoto-Protokoll im Rahmen des UN-Klimaprozesses (Bundesregierung 2007b). Dies war eine wichtige Voraussetzung für die Beschlüsse der 13. Vertragsstaatenkonferenz (13th Conference of the Parties – COP 13) in Bali im Dezember 2007. Im sogenannten Bali Action Plan werden für die Entwicklungsländer nunmehr ebenfalls „national angemessene Minderungsmaßnahmen“ anvisiert (UNFCCC 2007b; IISD 2007).

Die Beschlüsse von Bali sehen zwar noch keine quantitativen Ziele vor, deuten aber über eine Fußnote ein mögliches Reduktionsziel für die Industrieländer an (25 bis 40 % bis 2020). Die gleiche Fußnote verweist auf ein globales THG-Reduktionsziel von 50 bis 85 % bis 2050 (gegenüber 2000) (UNFCCC 2007b). Die im Bali Action Plan zitierte Tabelle des IPCC sieht für die Industrieländer im Übrigen bis 2050 eine Emissionsminderung von 80 bis 95 % gegenüber 1990 vor (BARKER et al. 2007b, S. 39, 90; GUPTA et al. 2007, S. 776). Der SRU empfiehlt, dieses weitergehende Ziel und seine Begründung in den weiteren Zielbildungsprozess einzubeziehen. Dies ist auch deshalb vertretbar, weil den vom IPCC als notwendig erachteten weitergehenden Zielen eine neue Innovations- und Wachstumsdynamik bei klimarelevanten Technologien gegenübersteht, die die Handlungsspielräume erweitert hat (s. Tz. 94; Kap. 2). Nicht nur die Erfordernisse, sondern auch die Handlungspotenziale der Klimapolitik haben sich dynamisch verändert.

99. Zur genaueren Ausgestaltung des Regimes nach 2012 existiert eine Reihe von Vorschlägen. Sie reichen von relativ komplizierten Modellen, die in Anlehnung an das Kyoto-Protokoll explizit die Situationen und den Entwicklungsstand der einzelnen Länder berücksichtigen, bis hin zu einfacheren Modellen, die sich an wenigen Prinzipien orientieren (GUPTA et al. 2007, Abschn. 13.3.3). Ein Vergleich zeigt, dass sich die Zuteilungen der Emissionsberechtigungen an einzelne Staaten weniger durch die Wahl des Modells als durch die Stringenz des globalen Reduktionsziels unterscheiden. Entscheidend für die Erreichung anspruchsvoller Reduktionsziele ist, dass neben den Annex-I-Staaten auch möglichst viele Nicht-Annex-I-Staaten – dort vor allem auch die +5-Staaten mit hohen Emissionen – schnell genug anspruchsvolle Reduktionsverpflichtungen eingehen (HÖHNE 2006; HÖHNE et al. 2006; HÖHNE et al. 2005; GUPTA et al. 2007). Neben Deutschland sind inzwischen eine Reihe von Ländern weiter gehende Reduktionsverpflichtungen eingegangen (u. a. Großbritannien, Frankreich, Schweden). In den USA wurde 2003 zwar ein Gesetzesvorschlag für einen landesweiten Emissionshandel (sogenannter McCain-Liebermann Climate Stewardship Act) vom US-Senat abgelehnt (PEW Center o. J.; PIZER und KOPP 2003), aber inzwischen liegen dem US-Kongress nicht weniger als zwölf verschiedene Gesetzesvorschläge vor (RFF 2008; KOPP 2007). Zudem bestehen bereits regionale Initiativen, wie die 2009 beginnende THG-Initiative der nordöstlichen Bundesstaaten und eine gesetzlich festgeschriebene kalifornische Reduktionsverpflichtung (ARIMURA et al. 2007; KNIGGE und BAUSCH 2006).

3.3.2 Die europäische Klimaschutzstrategie

100. Der Rat der Europäischen Union hat das Ziel einer Anstiegsbegrenzung der globalen Durchschnittstemperatur auf 2° C erstmals 1996 formuliert und seitdem mehrfach bekräftigt (Europäische Kommission 2007b). Die Europäische Kommission hat das 2°-Ziel daher zum Kern ihrer Klimaschutzstrategie gemacht und dabei explizit die Vorreiterrolle der EU, gleichzeitig aber auch die Notwendigkeit der Teilnahme der Nicht-Annex-I-Staaten betont. Der Europäische Rat hat auf der Frühjahrstagung 2007 ein von der Europäischen Kommission vorgelegtes Gesamtkonzept für eine integrierte Klima- und Energiepolitik in weiten Teilen gebilligt. Kern des Konzepts ist ein unilaterales Reduktionsziel von „mindestens 20 %“ gegenüber 1990, welches auf 30 % erhöht werden soll, „sofern sich andere Industrieländer zu vergleichbaren Emissionsreduzierungen und die wirtschaftlich weiter fortgeschrittenen Entwicklungsländer zu einem ihren Verantwortlichkeiten und jeweiligen Fähigkeiten angemessenen Beitrag verpflichten“ (Europäischer Rat 2007, Abs. 31-2; Europäische Kommission 2005b; 2007b; 2007d). Vor dem Hintergrund der schwierigen Verhandlungen für die Zeit nach 2012 leistet das unilaterale Ziel einen wichtigen Beitrag zur Beendigung der Blockade-Situation zwischen den Annex-I- und Nicht-

Annex-I-Staaten. Gemessen an den langfristigen Reduktionserfordernissen ist es dennoch unzureichend. Vielmehr wäre ein Beschluss zur unilateralen Reduktion von mindestens 30 % bzw. zur multilateralen Reduktion von mindestens 40 % notwendig gewesen.

Im Januar 2008 hat die Europäische Kommission ein zweites Energiepaket vorgelegt, das die Erreichung der Reduktionsziele bis 2020 sicherstellen soll. Neben Richtlinienvorschlägen zur Förderung erneuerbarer Energien und zu CCS enthält das Paket Vorschläge zur Revision und zum Beitrag des Emissionshandels (vgl. Abschn. 3.5.4) sowie zur Lastenverteilung (burden sharing) zwischen den Mitgliedstaaten (jetzt effort sharing genannt). Demnach sollen die THG-Emissionen um insgesamt 14 % gegenüber 2005 verringert werden (dieses neue Basisjahr entspricht 20 % gegenüber 1990). Dabei wird dem Emissionshandelssektor eine Reduktion von 21 % und den übrigen Sektoren ein Rückgang um 10 % vorgeschrieben. Für den Emissionshandel gilt ein EU-weites Emissionsbudget. Für die übrigen Sektoren reichen die Reduktionsverpflichtungen der EU-27 von -20 % (Dänemark, Irland, Luxemburg) bis +20 % (Bulgarien). Das Ziel für Deutschland ist -14 % (jeweils gegenüber 2005). Im Falle der genannten Änderung der Reduktionsziele auf 30 % gegenüber 1990 werden die Länder- und Sektorziele proportional angepasst (WENNING und TOSTMANN 2008; Europäische Kommission 2008c; 2008e).

101. Das Erreichen der Reduktionsziele des Kyoto-Protokolls ist entscheidend für die Glaubwürdigkeit der Europäischen Union im anstehenden internationalen Verhandlungsprozess und der von ihr postulierten Vorreiterrolle. Die Zielerreichung ist allerdings derzeit noch unsicher, da die bisherige Reduktion der EU-27 überwiegend auf den wirtschaftlichen Einbruch in den Beitritts- bzw. Transformationsstaaten in den 1990er-Jahren zurückzuführen ist. Die THG-Emissionen der EU-15 sind bis 2006 hingegen nur um 1,6 % gesunken. Die (fast ausschließlich energiebedingten) CO_2-Emissionen sind in der EU-15 sogar um 4,1 % gestiegen (ZIESING 2007b). Im Lichte der ohnehin unzureichenden Zielvorgabe ist diese Entwicklung absolut unakzeptabel, auch wenn sich unter Einbeziehung der flexiblen Mechanismen ein etwas günstigeres Bild ergibt (EEA 2007c).

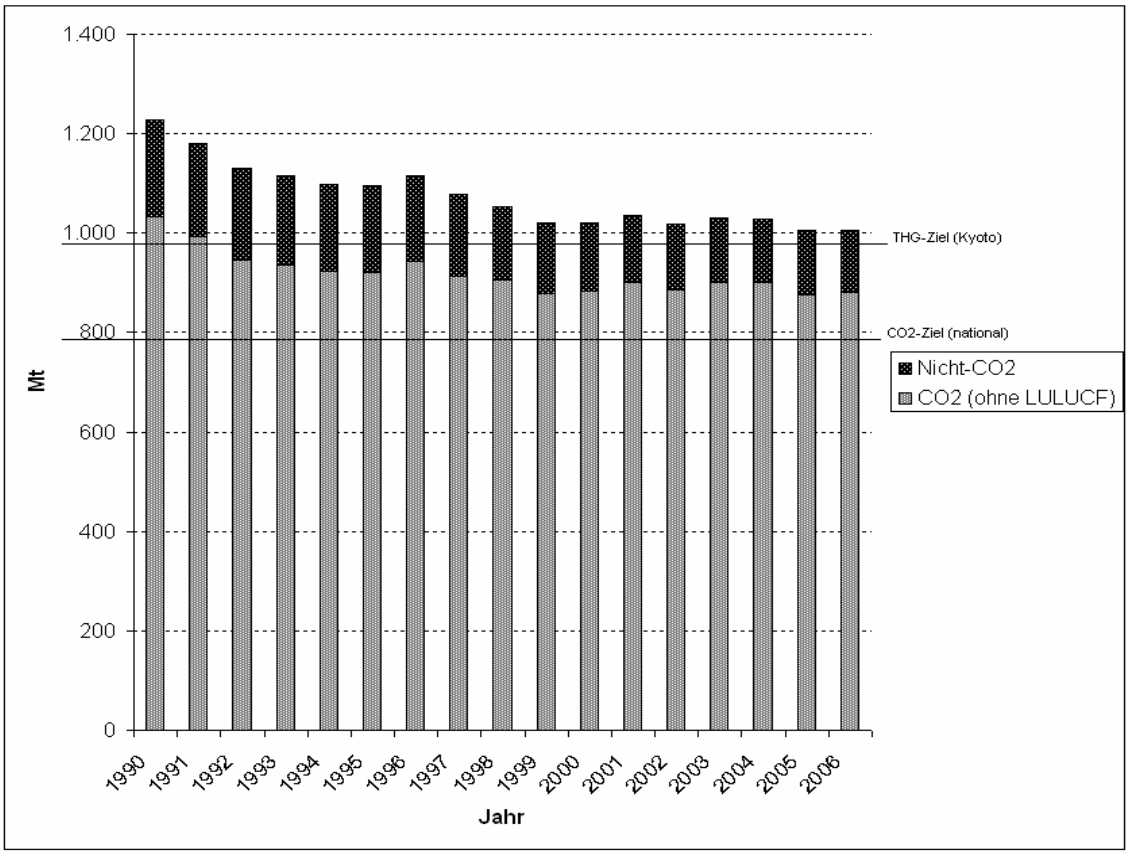
3.3.3 Bisherige Reduktionsziele und Emissionsverläufe in Deutschland

102. Abbildung 3-2 stellt die deutsche Emissionsentwicklung nach THG dar, wobei in der Kategorie Nicht-CO_2 die anderen fünf Gase des Kyoto-Protokolls CH_4, N_2O, HFCs, PFCs und SF_6 zusammengefasst sind. Der dominante CO_2-Anteil (87,1 %), der fast ausschließlich energiebedingt ist, ist typisch für hoch entwickelte Industrieländer. Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (land use, land use change

and forestry – LULUCF) nehmen zurzeit noch mehr THG auf als sie freisetzen, das heißt sie stellen derzeit noch eine Senke dar (UBA 2007b). Das lange Zeit parteiübergreifend vertretene nationale Ziel, die CO_2-Emissionen bis 2005 um 25 % zu reduzieren (dargestellt durch die untere waagerechte Linie), wurde verfehlt (SRU 2004, Tz. 22). Im Rahmen der EU-internen Lastenverteilung des Kyoto-Protokolls hat sich Deutschland zu einer Reduktion aller THG von 21 % im gesamten Zeitraum von 2008 bis 2012 verpflichtet (dargestellt durch die obere waagerechte Linie). Mit einer Reduktion von 18 % bis 2006 ist zwar bereits ein Großteil der Reduktionsleistung erbracht worden aber gegenüber 2005 sind die Emissionen wieder leicht gestiegen (ZIESING 2007a). Im Jahr 2007 ist es zu einem weiteren Rückgang des Energieverbrauchs und der Emissionen gekommen, der allerdings weitgehend durch Witterung und andere Faktoren bedingt ist und daher nicht vorbehaltlos als Bestätigung des Trends gewertet werden kann. Im Gegenteil hat der Anteil der Stromerzeugung auf Stein- und Braunkohlebasis weiter zugenommen (ZIESING 2008; AGEB 2008; Pressemitteilung UBA vom 10. März 2008). Die Erreichung des Kyoto-Ziels ist somit nicht gesichert, wenngleich die Europäische Umweltagentur zu einer optimistischeren Einschätzung kommt (EEA 2007c). Dass die Europäische Kommission die Überallokation in der zweiten Phase des Emissionshandels unterbunden und einen Teil der Maßnahmen des unzureichenden Klimaschutzprogramms von 2005 (Deutscher Bundestag 2005) auf den Emissionshandelssektor angerechnet hat (Tz. 203), kommt der Zielerreichung immerhin entgegen.

Abbildung 3-2

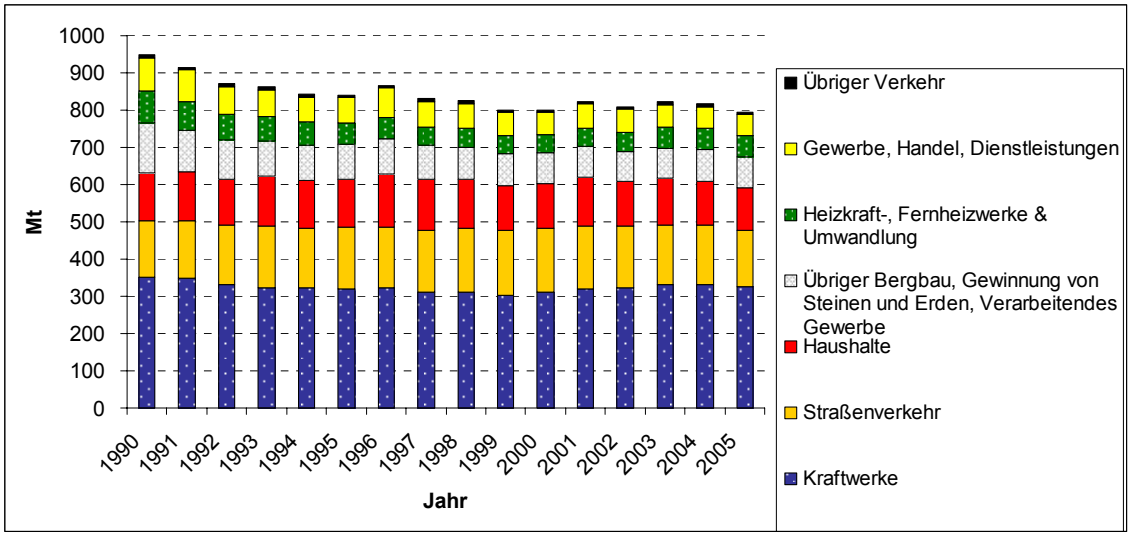
THG-Emissionen in Deutschland nach Gasen in CO_2-Äquivalenten



SRU/UG 2008/Abb. 3-2; Datenquelle: UBA 2007b; UBA 2008a

Abbildung 3-3

Sektorale, energiebedingte CO_2-Emissionen in Deutschland



SRU/UG 2008/Abb. 3-3; Datenquelle: ZIESING 2007a; schriftliche Mitteilung vom 26. August 2007 (Daten für 2004 und 2005 vorläufig)

103. In Abbildung 3-3 ist die Entwicklung der energiebedingten CO_2-Emissionen nach Sektoren dargestellt. Die stärksten anteiligen Reduktionen wurden bisher in den weniger wichtigen Sektoren Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD), Heizkraft und Bergbau erreicht, die 2005 zusammen 23 % ausmachten. Die CO_2-Emissionen des Straßenverkehrs (2005: 19 %) sind seit 1999 rückläufig, liegen aber noch immer auf dem Niveau von 1990. Zwar ist im größten Teilsektor Kraftwerke (2005: 41 %) auch der absolute Rückgang insgesamt am größten, aber hier ist es nach 1999 – vor allem durch den Einsatz von Braunkohle (SRU 2004, Tz. 22; SRU 2005a, Tz. 17) – zu einem deutlichen Wiederanstieg gekommen, so dass die anteilige Reduktion mit am geringsten ausfällt. An den Kraftwerksemissionen zeigt sich deutlich, dass – analog zur Emissionsentwicklung in den Beitrittsländern der EU – die stärksten Reduktionen dem Umbruch in der ehemaligen DDR-Wirtschaft geschuldet sind.

3.3.4 Das integrierte Energie- und Klimaprogramm

104. Wie die beiden Vorgänger-Regierungen bekennt sich die jetzige Bundesregierung zu einer Führungsrolle im Klimaschutz (Bundesregierung 2007b). In einer Regierungserklärung vom 26. April 2007 hat sie sich zu einer Emissionsreduktion von 40 % bis 2020 gegenüber dem Stand von 1990, entsprechend 270 Mt CO_2 gegenüber 2006, verpflichtet. Dies entspricht einer Reduktion von 26,4 % gegenüber 2005 (dem neuen Basisjahr der Europäischen Kommission). Es werden acht Maßnahmenbereiche mit ihren jeweiligen Beiträgen genannt. Auf der Kabinettsitzung vom 24. August 2007 in Meseberg wurden Eckpunkte eines entsprechenden, neuen Klimaschutzprogramms beschlossen. Der erste Teil eines diesbezüglichen Gesetzespaketes wurde im Dezember 2007 vom Kabinett beschlossen, der zweite Teil soll im Mai 2008 folgen (Pressemitteilungen BMU, 24. August 2007 und 5. Dezember 2007; BMU 2007g). Die Maßnahmen für die energiebedingten CO_2-Emissionen basieren weitgehend auf einer Studie des Umweltbundesamtes (UBA), die allerdings in einigen Bereichen zu einer kritischeren Einschätzung kam (bezüglich KWK sowie erneuerbare Energien für Strom und Wärme), dafür aber weitere, zusätzliche Maßnahmen angab. Insgesamt kam die Studie auf eine Reduktion von 224 Mt/a der energiebedingten CO_2-Emissionen bis 2020 (UBA 2007a). Tabelle 3-1 stellt die Maßnahmen der Regierungserklärung und ihre Reduktionsziele sowie eine Abschätzung der Wirksamkeit der in Meseberg gefassten Beschlüsse dar.

Tabelle 3-1

Das integrierte Energie- und Klimaprogramm (IEKP) der Bundesregierung

Maßnahme	THG-Reduktion in Mt CO_2-eq	
	Regier.-Erklärung	Wirkungs-Analyse
Reduktion des Stromverbrauchs um 11 %: – strengere Verbrauchsstandards für Strom verbrauchende Geräte – obligatorisches Energiemanagement in Unternehmen (gekoppelt an Ausnahmeregel für Ökosteuer) – Berücksichtigung der Energieeffizienz in öffentlicher Beschaffung – Energieeffizienzfonds: Beratungsangebote und zinsgünstige Darlehen für kleine und mittelständische Unternehmen und Haushalte	40	25,5
Verbrauchsreduktion in Gebäuden und Produktionsprozessen: – stufenweise Verschärfung der Energieeinsparverordnung (EnEV): 30 % bis 2008/2009, nochmals bis zu 30 % bis 2012 (gleichbedeutend mit 3-Liter-Standard, Heizöl/m^2) für Neubauten, Außerbetriebnahme von Nachtspeicherheizungen – Mietwohnungen: Novelle der Heizkostenverordnung (Erhöhung des Anteils variabler Kosten für erhöhten Anreiz zum Energiesparen), Prüfung der Möglichkeiten des contracting – Weiterentwicklung des CO_2-Gebäudesanierungsprogramms – Bezuschussung der Sanierung sozialer Infrastrukturen von Ländern und Gemeinden (Schulen etc.) durch den Bund – Fortführung des Programms zur Sanierung von Bundesgebäuden.	41	31
Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien in der Stromerzeugung auf über 27 % (25 bis 30 %): – Novelle des Erneuerbare-Energien-Gesetzes: erhöhte Vergütungssätze für Offshore-Wind, Biomasse und Geothermie, verbesserte Anreize für repowering – Netzintegration: beschleunigter Ausbau des Stromnetzes (Energieleitungsausbaugesetz mit Bedarfsplan, Musterleitlinien zur Planfeststellung, Rechtswegverkürzung, Bündelung der Planfeststellung für Offshore-Anbindung u. a.) – Offshore-Windenergie: bessere Integration in die Raumordnungsplanung (Ausweisung von Vorranggebieten) – Repowering Windenergie: Ersatz von Altanlagen und Beseitigung von Streuanlagen durch bessere Integration in Bauleitplanung (Konzentrationszonen in Flächennutzungs-plänen) und Regionalplanung (Festlegung von Eignungsgebieten).	55	54,4
Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien im Wärmesektor auf 14 %: – erneuerbare-Energien Wärmegesetz (EEWärmeG) mit anteiliger Nutzungspflicht erneuerbarer Energien – aufgestocktes Marktanreizprogramm	14	9,2

– Einspeiseregelung für Biogas in Erdgasnetze mit Vorrangregelungen für und Mindestanteilen von Biogas.		
Erneuerung des Kraftwerkparks: – Forschungsförderung für CCS – Schaffung eines Rechtsrahmens für CCS – Wirkungsgradsteigerungen – verpflichtender Einsatz neuester Technologien (BVT), weitere Verschärfung der Grenzwerte	30	15
Verdoppelung der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) auf 25 %: – Appell an Wirtschaft zur Umsetzung der KWK-Vereinbarung – Novelle des KWK-Gesetzes (inkl. Förderung von Nah- und Fernwärmenetzen)	20	14,3
Effizienzsteigerung im Verkehr und Steigerung des Anteils der Biokraftstoffe auf 17 %: – Emissionsstandards und Verbrauchskennzeichnung gemäß EU-Strategie – Kfz-Steuer: aufkommensneutrale Umstellung auf CO_2-Basis – LKW-Maut (ab 12 t): stärkere Spreizung der Sätze nach Emissionsklassen – Steigerung der Biokraftstoffquote bis 2020 auf zwanzig Volumenprozent – Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der Bahn – Erarbeitung Masterplan Güterverkehr und Logistik – Einbindung des Flug- und Schiffsverkehr in den europäischen Emissionshandel	30	33,6
Reduktion fluorierter Treibhausgase (nicht-CO_2): – Erlass einer Chemikalien-Klimaschutzverordnung – Entwicklung und Markteinführung von Kälteanlagen mit natürlichen Kältemitteln	40	36,4
Reduktion insgesamt	*270*	*219,4*

SRU/UG 2008/Tab. 3-1; Datenquelle: BMU 2007f; BMU 2007a; BMU 2008; UBA 2008b; BMWi und BMU 2007

105. Die Wirkungsanalyse der Meseberger Beschlüsse ergibt statt 270 Mt THG nur eine Reduktion von 219,4 Mt THG. Dies entspricht einer Verringerung von rund 36 % gegenüber 1990. Damit verfehlt das Maßnahmenpaket das Reduktionsziel von 40 % um ein Zehntel. Insgesamt ist davon auszugehen, dass diese Emissionsminderungen immer noch überschätzt werden. Zwar erklärt sich die Differenz auch aus der Abgrenzung gegenüber bereits bestehenden Maßnahmen. Andere Studien kommen aber zu deutlich kritischeren Einschätzungen. Eine Grobanalyse eines früheren Programmentwurfs kam – bei großzügiger Textauslegung – auf eine Reduktion von 215 Mt THG, von denen 35 Mt THG als unsicher angesehen wurden. Somit entstünde 2020 eine Deckungslücke von 85 Mt THG bzw. 7 % (ECOFYS 2007). Die Grobanalyse bezog sich auf eine Fassung des Programms, die umfassender und stringenter war als der letztlich vom Kabinett verabschiedete Kompromiss. Im Kabinettsbeschluss wurden Abstriche gemacht, die die erwarteten Emissionsminderungen verringern. Einige

Maßnahmen wurden gestrichen, wie die verpflichtende Energieberatung im Gegenzug für eine Befreiung von der Ökosteuer oder die LKW-Maut für Fahrzeuge unter 12 t. Das Verbot der Nachtspeicherheizung wurde zunächst mit langen Übergangsfristen bedacht, nunmehr allerdings doch in Angriff genommen. Die faktischen Steuerprivilegien für KW-starke Dienstwagen und das Contracting im Mietwohnbereich wurden lediglich mit Prüfaufträgen versehen. Zudem sollen einige Finanzzusagen für Förderprogramme gestrichen worden sein (Frankfurter Rundschau, 16. und 20. August 2007; Handelsblatt, 16. August 2007; Die Zeit, 23. August 2007). Eine weitere Emissionsschätzung der tatsächlichen Meseberg-Beschlüsse kommt vor diesem Hintergrund nur auf eine Reduktion von 160 Mt THG bis 2020. Dies wäre eine gravierende Verfehlung der ursprünglichen Ziele. Die größten Abweichungen ergeben sich im Bereich der Stromerzeugung, geringere bei der Gebäudesanierung und für die Minderung der anderen THG (EUtech 2007). Insgesamt sind die Widerstände im wichtigen Bereich der Energieeffizienz und Stromeinsparung offenbar besonders stark. Dies deckt sich mit den Defiziten des nationalen Aktionsplans Energieeffizienz (vgl. Tz. 128).

106. Die vorgenommenen Einschränkungen der Beschlüsse von Meseberg sind auch mit Kostenargumenten kaum zu rechtfertigen. Nach einer Studie für das UBA verursacht das Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung jährliche Investitionskosten von 24 Milliarden Euro, denen jährliche Energieeinsparungen in Höhe von 29 Milliarden Euro gegenüberstehen (DOLL et al. 2008). Eine Studie für den Bundesverand der Deutschen Industrie e.V. (BDI) (McKinsey & Company 2007) kommt hier erwartungsgemäß zu einem kritischeren Ergebnis. Festgestellt wird aber immerhin, dass sich 127 Mt THG (= 25 % Emissionsminderung bis 2020 gegenüber 1990) durch entsprechende Einsparungen rechnen. Bis 2030 wird – auch unter Beibehaltung des Atomausstiegs – eine THG-Reduzierung von 44 % (mit CCS) für möglich gehalten, von der knapp zwei Drittel als rentabel angesehen werden. Dieses Ergebnis würde deutlich günstiger ausfallen, wenn einige Parameter plausibel geändert würden. So entspricht der angenommene Rohölpreis (2020: 52 US$/barrel) zwar den derzeit gängigen Prognosen, höhere Preise, wie sie derzeit Realität sind, erweitern aber den Bereich lohnender Maßnahmen entsprechend. Vor allem fehlt hier aber die Berücksichtigung der (neuerdings auch vom IPCC diskutierten) Innovationseffekte einer anspruchsvollen Klimapolitik, die meist zur Kostendegression bei den Klimaschutzmaßnahmen führen (IPCC 2007b; SRU 2002a). In der Studie von DOLL et al. (2008) werden diese Effekte explizit berücksichtigt. Interessanterweise wird in beiden Studien die hohe Kostenspanne zwischen den einzelnen Maßnahmen deutlich: Die geringsten Kosten bei weiter gehenden Reduktionen entstehen aus den Maßnahmen zur Energieeinsparung, während die THG-Vermeidung aus Biokraftstoffen das mit Abstand teuerste Maßnahmenbündel darstellt (s. a. SRU 2007).

107. Mit der Regierungserklärung vom 26. April 2007 wurde die vorher in beiden Bundesregierungen vertretene Konditionierung der Redukionsziele mit Blick auf ein EU-weites Reduktionsziel von 30 % aufgegeben (CDU et al. 2005; SRU 2004, Tz 27). Analog zum unilateralen Ziel der EU leistet die Bundesregierung mit dieser Grundsatzentscheidung einen begrüßenswerten Beitrag zur Weiterentwicklung des internationalen Klimaregimes. Für die Glaubwürdigkeit dieser anspruchsvollen Politik ist allerdings die *tatsächliche* Zielerreichung entscheidend. Eine bereits im Ansatz absehbare Verfehlung des selbst gesteckten Ziels steht dazu im Widerspruch. Sie ist auch deshalb kritikwürdig, weil sie auf wichtige Innovationsanreize verzichtet, so etwa die Förderung sparsamerer Dienstwagen oder die in Großbritannien sehr erfolgreiche Belohnung einer verbindlichen Energieberatung mit einem Steuervorteil. Die Schwäche des Programms bei der Förderung der Energieeffizienz ist insofern gravierend als diese nicht nur hoch profitabel sondern letztlich auch die Erfolgsbedingung für andere Maßnahmen ist.

3.3.5 Fazit

108. In der jetzigen, kritischen Phase des internationalen Klimaregimes geht es um die Schaffung eines Anschlussabkommens mit hinreichend strengen Reduktionszielen für einen unterbrechungsfreien Übergang für die Zeit nach 2012. Die Einbindung der USA und der großen Schwellenländer ist von entscheidender Bedeutung. Die unilateralen Reduktionsziele der EU und Deutschlands leisten hier einen wichtigen Beitrag zur Beendigung der Blockade-Situation zwischen den Annex-I- und Nicht-Annex-I-Staaten. Für die Glaubwürdigkeit ist jedoch die tatsächliche Zielerreichung entscheidend, die bisher weder auf EU- noch auf nationaler Ebene gesichert zu sein scheint. Die Maßnahmen des deutschen integrierten Energie- und Klimaprogramms sind insgesamt zu begrüßen, weisen aber bisher in Teilbereichen Abstriche auf, die eine Zielverfehlung ergeben können. Diese Abstriche sind in den Bereichen Energieeffizienz und Stromeinsparung besonders hoch, in denen verschiedene Studien die höchsten Potenziale mit den geringsten Kosten ausweisen.

3.4 Emissionsreduktion durch Energieeffizienz

3.4.1 Bedeutung und Rolle der Energieeffizienz

3.4.1.1 Klimaschutz und Energieeffizienz im Zieldreieck der Energiepolitik

Begriffe

109. Wegen der dargestellten zentralen Bedeutung der Energieeffizienz sollen die Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung hier näher untersucht werden. Vorab sollen einige Begriffe kurz erläutert werden.

Energie*intensität* misst den Energieverbrauch pro Aktivität (z. B. BIP, km) während die Energie*effizienz* den Kehrwert darstellt (IEA 2004, S. 21; AZAR und DOWLATABADI 1999, S. 520). Für den Begriff des Effizienzpotenzials besteht eine Kaskade von Definitionen. Vom Begriff des *theoretischen Potenzials* über das *technische Potenzial* kommt man zum *wirtschaftlichen Potenzial*, das den Teil beschreibt, der im bestehenden ökonomischen Rahmen volkswirtschaftliche Vorteile aufweist. Während das wirtschaftliche Potenzial von funktionierenden Märkten ausgeht, berücksichtigt das *Markt- oder Erwartungspotenzial* schließlich den Teil, der trotz bestehender Marktunvollkommenheiten erreicht werden kann (SCHMID et al. 2003, S. 6-7; THOMAS 2006, S. 7 f.; Deutscher Bundestag 1994, S. 130). Mit dem sogenannten *rebound effect* wird darauf verwiesen, dass ein Teil der Kosten, die durch gestiegene Energieeffizienz eingespart werden, zur verstärkten Nachfrage nach Energiedienstleistungen genutzt werden kann. Steigende Energieeffizienz kann auch von anderen Entwicklungen (allgemeiner Wirtschaftswachstum, technologischer Wandel) überlagert und überkompensiert werden (GELLER und ATTALI 2005, S. 5 ff., 31 ff.). Das bedeutet einerseits, dass direkte Effizienzpolitiken (z. B. dynamisierte Gerätestandards) hinreichend ambitioniert sein müssen und dass andererseits flankierende Maßnahmen der Rahmensetzung (Begrenzung/Bepreisung von Energie bzw. CO_2) weiterhin notwendig sind.

Bedeutung für Klimapolitik und Versorgungssicherheit

110. Um die notwendige Senkung der Emissionen ohne Wohlstandsverlust zu erreichen, ist die Erhöhung der CO_2-Effizienz auf allen Stufen des Energiesystems notwendig. Das notwendige Ausmaß der Emissionsreduktion erfordert langfristig einen nahezu vollständigen Umstieg auf CO_2-freie, das heißt erneuerbare Energieträger. Dazu ist gleichzeitig eine starke Verringerung des gesamten Primärenergiebedarfs notwendig, der wesentlich durch Umwandlungsverluste und eine erheblich ineffiziente Endenergienutzung geprägt ist. Derzeit werden nur etwa 10 % der eingesetzten

Primärenergie in tatsächliche Energiedienstleistungen umgewandelt. Allein die Umwandlungsverluste in der Energiebereitstellung bis hin zur Nutzenergie liegen bei zwei Drittel der Primärenergie (BLOK et al. 2001, S. iv; WAGNER 2006; NAKICENOVIC 2007).

Die Senkung der Energieintensität des Endverbrauches ist somit für die Senkung des Primärenergiebedarfes und der energiebedingten Emissionen entscheidend. So entfielen zwischen 1973 und 1998 in elf OECD-Staaten 75 % der Verringerung der CO_2-Intensität auf die Verringerung der Energieintensität des Endverbrauchs. Ohne diese Reduzierung wäre der absolute Energieverbrauch in diesem Zeitraum um 50 % höher gewesen (IEA 2004, S. 54, 192; SRU 2005a, S. 7 f.; ZIESING 2006a; 2006b).

111. Energiepolitik bewegt sich im Zieldreieck Versorgungssicherheit, Wettbewerbsfähigkeit und Umweltverträglichkeit. Diese Ziele werden in der öffentlichen Debatte oft einseitig interpretiert. So wird eine überholte Vorstellung von Versorgungssicherheit gegen den Umwelt- und Klimaschutz ausgespielt. Hierbei wird ein nationaler kohlebasierter Energiesockel befürwortet und ein höherer Erdgasanteil als Risiko für die Versorgungssicherheit dargestellt. Diese Sichtweise ist verkürzt, wobei zwischen *physischer* (Verfügbarkeit von Energie/Ressourcen) und *ökonomischer* Versorgungssicherheit (Schutz vor Preisschwankungen) unterschieden werden muss.

In der physischen Perspektive ist nicht ein nationaler Energiesockel, sondern vielmehr die Diversifizierung der Energiequellen im Sinne des Zugangs zu Weltenergiemärkten und Transportwegen entscheidend. Für Kohle sind auf absehbare Zeit keine physischen Versorgungsengpässe zu erwarten. Physische Versorgungsengpässe beim global ungleich verteilten Erdöl, zum Beispiel durch Blockade einzelner Lieferrouten, wird durch den integrierten Weltmarkt aufgrund der Versorgung per Schiff begegnet. Dies trifft – mit Einschränkungen – auch für Gas zu, wobei hier ein stärkeres Setzen auf Erdgasverflüssigung notwendig ist. Voraussetzung sind außerdem ausreichende Investitionen in die Infrastruktur (YERGIN 2005; BMWi 2006, S. 2 ff.; IEA 2007d, S. 159-164, 181; IEA 2006c, S. 88 ff.). Die Risiken sind somit in erster Linie ökonomischer Natur. Aber auch unter dem Aspekt der Verwundbarkeit gegenüber hohen Preisschwankungen bietet eine nationale Energiebasis aufgrund der integrierten Weltenergiemärkte kaum eine Lösung, da selbst im – irrealen – Fall einer Abkoppelung der nationalen oder europäischen Energiemärkte von den Weltenergiemärkten Opportunitätskosten durch den höheren Wert der Energie entstehen (YERGIN 2005, S. 55; IEA 2007d, S. 164). Der Schlüssel liegt vielmehr in einer gezielten Verringerung der Energieintensität der Volkswirtschaft, so dass ein geringerer Anteil der Faktorkosten auf die Energiekosten entfällt – wie es bereits heute im Gegensatz zur Zeit der Ölpreisschocks der 1970er-Jahre der Fall ist. Eine Erhöhung der

Energieeffizienz ist der Schlüssel zum sicheren Umgang mit steigenden und volatilen Energiepreisen.

112. Insgesamt kommt damit der Erhöhung der Energieeffizienz sowohl aus Gründen der Versorgungssicherheit als auch des Klimaschutzes eine besondere Bedeutung zu. Diese Einsicht ist nicht neu (SRU 1981, S. 77). Neu sind hingegen die mit den stark gestiegenen Energiepreisen verbundene stärkere Wahrnehmung von Versorgungsrisiken und ein gestiegenes Umweltbewusstsein durch auftretende Wetteranomalien, die als erste Anzeichen des Klimawandels interpretiert werden. Somit bestehen häufig Synergien zwischen Politiken zur CO_2-Reduktion und zur Steigerung der Energieeffizienz. Das oben erwähnte Gesamtkonzept für eine integrierte Klima- und Energiepolitik der EU (Abschn. 3.3.2) versucht diese Synergien und die Vorteile einer diesbezüglichen Innovationsstrategie zu nutzen. Wichtige Bestandteile dieser neuen Energiepolitik sind das erwähnte unilaterale Reduktionsziel und ein (vorab veröffentlichter) Aktionsplan Energieeffizienz. Die bewusste Integration der verschiedenen energie- und klimapolitischen Teilbereiche in ein schlüssiges Gesamtkonzept ist zu begrüßen.

3.4.1.2 Effizienzziele und -entwicklungen

Bisherige Entwicklung

113. Trotz der hohen Bedeutung sind die jährlichen Raten der Verbesserung der Energieintensität seit Anfang der 1990er-Jahre in der OECD, der EU und in Deutschland deutlich gesunken. Aufgrund des wirtschaftlichen Umbruchs waren die Fortschritte in den neuen Mitgliedstaaten größer als in der EU-15. Die niedrige Durchschnittsrate der letzten Jahre ist wesentlich durch das schwache Wirtschaftswachstum mit verursacht (MANTZOS und CAPROS 2006c, S. 40; schriftliche Mitteilung der Europäischen Kommission, 16. Januar 2006). Nachdem die deutschen Raten der Intensitätsverbesserung in den 1990er-Jahren vereinigungsbedingt deutlich über dem EU-15-Durchschnitt lagen, stagnieren sie seit 2000 faktisch. Absolut gesehen liegt die deutsche Energieintensität jedoch deutlich unter dem Durchschnitt von EU-25 und EU-15 und wird nur von Dänemark, Irland und Österreich unterboten (Eurostat 2006; ZIESING 2006a). Auch die Analyse der Energie*produktivität* liefert ein ähnliches Bild: Die Steigerungsraten fielen in Deutschland kontinuierlich von jährlich 2,1 % in der ersten Hälfte der 1990er-Jahre auf jährlich 0,9 % in der ersten Hälfte dieses Jahrzehnts (ZIESING und WITTKE 2006, S. 119). Im Zeitraum 2006 bis 2007 ist die Rate jedoch – nicht zuletzt durch die gestiegenen Energiepreise – sprunghaft auf 7,7 %, temperatur- und lagerbestandbereinigt auf 5,1 % angestiegen (AGEB 2008).

Die Europäische Effizienzstrategie

114. Der im Jahr 2006 von der Europäischen Kommission veröffentlichte und durch den Frühjahrsgipfel 2007 bestätigte Aktionsplan Energieeffizienz verfolgt das Ziel einer Energieeinsparung von 20 % gegenüber dem Referenzszenario. Dabei soll die Hälfte durch die Umsetzung bereits beschlossener Maßnahmen und die andere Hälfte durch zusätzliche Maßnahmen erreicht werden. Insgesamt soll damit in der EU-25 eine Verdoppelung der bisherigen Raten der jährlichen Intensitätsverbesserungen auf -3,3 % erreicht werden, wobei -0,7 % von der bereits beschlossenen Energiedienstleistungsrichtlinie (Tz. 123) und -0,8 % von den neuen Maßnahmen des Grünbuchs bzw. des Aktionsplans erwartet werden (Europäische Kommission 2005a, S. 42; 2006a, S. 7 f.; MANTZOS und CAPROS 2006c, S. 6, 16; schriftliche Mitteilung der Europäischen Kommission, 16. Januar 2006).

Den projektierten Raten liegen eigene Studien der Europäischen Kommission, des Wuppertal-Instituts und der IEA zugrunde, die von moderaten Ölpreisannahmen ausgehen. In allen Szenarien liefert die Steigerung der Energieeffizienz im Endverbrauch den größten Beitrag zur Emissionsreduktion. Im Wuppertal-Szenario liegt dieser Beitrag bei der Hälfte und im Szenario mit zusätzlichen Maßnahmen (alternative policy scenario) der IEA sogar bei zwei Dritteln. In einer Langzeitstudie der IEA zu Energietechnologien liegt der Anteil der Energieeffizienzsteigerung bei fünf von sechs Szenarien zwischen 40 und 53 % (MANTZOS und CAPROS 2006a, S. 6, 17-18, 20, 55; 2006b, S. 49; MANTZOS et al. 2003; LECHTENBÖHMER et al. 2005, S. 17; IEA 2006c, S. 190; IEA 2006b, S. 51).

115. Insgesamt kann der europäische Aktionsplan zur Energieeffizienz in dem Sinne als ambitioniert betrachtet werden, dass er eine deutliche Beschleunigung bisheriger Trends vorsieht und über den projektierten Raten der Zukunftsszenarien liegt. Die Herleitung eines wirtschaftlichen Einsparpotenzials von 20 % beruht auf mehreren Studien (DUSCHA et al. 2006; LECHTENBÖHMER et al. 2005; LECHTENBÖHMER et al. 2001; SCHMID et al. 2003). Andererseits hängen die quantitativen Ergebnisse der Studien von den Modellannahmen ab. So setzen zum Beispiel die Kommissionsstudien die Wirkung der Richtlinien (Effizienz-Szenario) höher an, als die von Energiepreissteigerungen (Hochpreis-Szenario). Die Modellierungen bilden auch nicht alle Maßnahmen des Aktionsplans ab und keine der Studien der Europäischen Kommission kombiniert das (nicht unwahrscheinliche) Hochpreis-Szenario mit dem Effizienz-Szenario. Vor diesem Hintergrund ist der Anspruch des Aktionsplans als eher moderat zu beurteilen.

Der deutsche Kontext

116. Auch die Bundesregierung hat sich zum Ziel gesetzt, die Energieeffizienz bzw. -produktivität bis 2020 gegenüber 1990 zu verdoppeln, was ebenfalls zu einer Energieeinsparung von 20 % gegenüber dem Trend führen soll. Das auf dem zweiten Energiegipfel (2006) vorgelegte Aktionsprogramm Energieeffizienz erkennt an, dass dafür eine Verdreifachung bisheriger Effizienzsteigerungen auf 3 % pro Jahr erforderlich ist (CDU et al. 2005; BMWi 2006; BMU 2006). Die Effizienzsteigerung des letzten Jahres mit 7,7 % (bereinigt 5,1 %) hat gezeigt, dass dies keinesfalls unrealistisch ist (Tz. 113).

117. Ein für den dritten Energiegipfel von der Bundesregierung in Auftrag gegebenes Gutachten veranschaulicht die hohe Bedeutung der Energieeffizienz und die nachrangige Rolle der Kernenergie. In Tabelle 3-2 sind Ergebnisse der Szenarien „Koalitionsvertrag“ (Szenario KV), „Stärkerer Ausbau erneuerbarer Energien“ (Szenario EE), „Längere Laufzeiten von Kernkraftwerken“ (Szenario KKW) und einer Variante des Szenarios KV mit geringerer Effizienzsteigerung dargestellt. An den Ergebnissen ist abzulesen, dass die Wirkung einer Variation der jährlichen Effizienzverbesserung um lediglich ein Prozent bis 2020 (bei sonst gleichen Annahmen) auf die THG-Reduktion doppelt so groß und auf die Senkung des Primärenergiebedarfs sogar fast dreimal so groß ist, wie der Effekt einer um 20 Jahre verlängerten Laufzeit der Kernkraftwerke (Prognos AG und EWI 2007). Nicht die immer wieder geforderte Laufzeitverlängerung der Kernkraftwerke, sondern die Nutzung der vorhandenen Potenziale der Energieeffizienz dürfte über den Erfolg der deutschen Klimapolitik entscheiden.

Tabelle 3-2

Energieszenarien für den Energiegipfel 2007: Veränderungen bis 2020

Szenario	KKW	EE	KV	KV (2 %)
Effizienzsteigerung pro Jahr	3 %	3 %	3 %	2 %
Emissionen ggü. 1990	-45 %	-41 %	-39 %	-28 %
Primärenergieverbrauch ggü. 2005	-13 %	-16 %	-17 %	-6 %
– Anteil Kernkraft	14 %	4 %	4 %	4 %
Bruttostromerzeugung ggü. 2005	-9 %	-11 %	-13 %	+4 %
– Anteil Kernkraft	29 %	8 %	9 %	7 %
Importquote (2003: 75 %)	72 %	66 %	69 %	73 %

SRU/UG 2008/Tab. 3-2; Datenquelle: Prognos AG und EWI 2007

Neben den Annahmen zur Energieproduktivität sind die angenommenen Energiepreise und die daraus folgenden Preisrelationen der einzelnen Energieträger zueinander,

insbesondere der sogenannte spread (Preisdifferenzial zwischen Gas und Kohle), entscheidend für die THG-Reduktion. In den Ausstiegsszenarien wird ein Teil der Kapazität stillgelegter Kernkraftwerke durch verringerte Nachfrage aufgrund gestiegener Energieeffizienz – insbesondere Stromeffizienz – ersetzt. Die verbleibende Lücke wird durch zusätzliche Stromproduktion aus anderen Energieträgern (sowie durch Stromimporte) gedeckt. Vom spread sowie vom Preis für Emissionsrechte hängt ab, in welchem Maße Kohle oder Gas zur Stromproduktion eingesetzt wird. Steigt der spread, wird verstärkt Kohle eingesetzt; ein steigender Preis für Emissionsrechte wirkt dem entgegen. Aus der jeweiligen Kombination ergibt sich der Effekt auf die CO_2-Emissionen. Hier bewirkt der hohe Ölpreis durch die Ölpreisbindung des Erdgases ein Steigen des spread und einen verstärkten Kohleeinsatz (VIELLE und VIGUIER 2007; MANTZOS und CAPROS 2006b, S. 28).

118. Auch für die Versorgungssicherheit spielt nicht die Kernenergie, sondern die Effizienzsteigerung die entscheidende Rolle. Wenn auch nicht die Importquote, sondern der freie Zugang zu den Weltenergiemärkten entscheidend ist (Tz. 111), wird die Rolle der Kernenergie für die Versorgungssicherheit immer wieder hervorgehoben. Tatsächlich ist die Importabhängigkeit im Szenario KKW am höchsten, da Uran faktisch zu 100 % importiert wird (Prognos AG und EWI 2007; NEA und IAEA 2006). Stattdessen nehmen die erneuerbaren Energien im Zeitablauf höhere Anteile am Primärenergie- und Stromverbrauch ein, da dieser durch die gestiegene Energieeffizienz sinkt (mit Ausnahme der Variante KV (2 %), in der fossile Energieträger die langsamere Effizienzsteigerung ausgleichen müssen). Voraussetzung ist hierbei allerdings die Annahme, dass die erneuerbaren Energien aus heimischer Produktion stammen, was für die Biomasse aufgrund der derzeitigen Ausbauziele nicht gegeben ist (vgl. SRU 2007).

Auch für den als sensibel angesehenen Erdgasbedarf hat die Effizienzsteigerung einen weitaus größeren Effekt als die Kernkraft: Im Szenario KKW liegt der Bedarf nur um sechs Prozentpunkte unter dem Szenario KV. Im Szenario KV (2 %) ist er hingegen um 18 %-Punkte höher. Entscheidend ist es daher, den Mehrbedarf für die Stromerzeugung durch Einsparungen im Gebäudebereich auszugleichen, der derzeit etwa 90 % des Erdgasbedarfs ausmacht (UBA 2007a, S. 26).

3.4.1.3 Schlüsselbereiche für Effizienzstrategien

119. Zur Ermittlung von Effizienzpotenzialen ist die Erfassung des gesamten Energieflusses von der Primärenergie über die verschiedenen Umwandlungsstufen bis hin zum Endenergieeinsatz erforderlich. Dies ermöglicht es, die Wirkung verschiedener Energienutzungspfade unter Berücksichtigung ihrer jeweiligen Umwandlungsverluste auf Höhe und Struktur des Primärenergiebedarfs zu bewerten. Tabelle 3-3 stellt die

Primärenergieaufwendungen im Jahr 2004 dar, die unter Berücksichtigung von Umwandlungsverlusten in den einzelnen Verwendungspfaden (Strom und Aggregat „Brennstoffe“) auf die jeweiligen Sektoren entfallen.

Tabelle 3-3

Sektoraler Primärenergiebedarf für Strom und Brennstoffe im Jahr 2004 in Deutschland in %

	Strom	Brennstoffe	Gesamt
Haushalte	**9,1**	**20,7**	**29,8**
Industrie	**15,1**	**10,6**	**25,7**
Transport	**1,0**	**20,3**	**21,4**
GHD	**7,4**	**4,7**	**12,1**
nicht-energetisch		**8,3**	**8,3**
Landwirtschaft	**0,5**	**0,6**	**1,2**
nicht spezifiziert		**1,7**	**1,7**
Gesamt	**33,2**	**66,8**	**100**
Evtl. Abweichungen durch Rundungen			
SRU/UG 2008/Tab. 3-3; Datenquelle: IEA 2006a, S. II.71			

Der Stromverbrauch hat hier wegen seiner hohen Umwandlungsverluste in der Gestehung eine besondere Bedeutung. Obwohl elektrischer Strom in Deutschland im Jahr 2004 nur 17,5 % des Endenergieverbrauchs ausmachte, schlug er beim Primärenergieverbrauch mit einem Anteil von 33,2 % zu Buche. Daher kommt – neben der Verringerung der Umwandlungsverluste – der Verringerung des Stromverbrauches eine strategische Bedeutung zu. Jeweils knapp die Hälfte des deutschen Stromverbrauches (Endenergie) entfiel 2004 auf die Sektoren Haushalte und Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (GHD) (49,7 %) einerseits sowie auf den Sektor Industrie (45,5 %) andererseits. Unter Berücksichtigung der Anteile der jeweiligen Sektoren am Endenergieverbrauch ergeben sich die in Tabelle 3-3 dargestellten Anteile von 16,5 % und 15,1 % am gesamten Primärenergiebedarf.

Bei sektoraler Betrachtung entfällt – mit knapp 30 % des Primärenergiebedarfs – der größte Anteil auf die Haushalte, gefolgt von der Industrie mit gut einem Viertel und dem Verkehrssektor mit gut einem Fünftel. Fasst man die Sektoren Haushalte und GHD wegen ihrer ähnlichen Energienutzungen zusammen, stellen sie mit knapp 42 % des Primärenergiebedarfs die größte Verbrauchsgruppe. Die Unterscheidung nach elektrischen und nichtelektrischen Brennstoffanwendungen lässt erkennen, dass die größten Primärenergiebedarfe mit jeweils einem Fünftel auf Brennstoffanwendungen im Haushalts- und Verkehrssektor entfallen, gefolgt von elektrischen und nichtelektrischen Anwendungen in der Industrie mit 15 % bzw. knapp 11 % sowie elektrischen Anwendungen in den Haushalten mit gut 9 %. Werden die Sektoren

Haushalte und GHD wieder zusammen betrachtet, stellen sie mit 17,5 % in den elektrischen und gut 25,3 % in den nicht-elektrischen Anwendungen wieder die größte Verbrauchsgruppe. Tabelle 3-4 gliedert den Primärenergieaufwand in den Sektoren Haushalte, GHD und Industrie für das Jahr 2003 auf die verschiedenen Endenergieanwendungen weiter auf.

Tabelle 3-4

Sektoraler Primärenergiebedarf für Endenergieanwendungen in Schlüsselbereichen für Strom und Brennstoffe im Jahr 2003 in Deutschland in %

	Haushalte		GHD		Industrie		Gesamt
	Strom	Brennstoff	Strom	Brennstoff	Strom	Brennstoff	
Raumwärme	1,7	17,2	0,4	3,1	0,2	1,4	24,0
Warmwasser	1,2	2,1	0,2	0,4	0,2	0,1	4,2
Prozesswärme		0,1		0,8	3,9	8,7	13,6
Licht u. Lüftung	0,8		3,2		3,1		7,2
Kraft	0,5		1,2		6,4		8,1
Weiße u. braune Ware	5,2		2,6		0,6		8,4
Gesamt	9,4	19,4	7,7	4,4	14,4	10,2	65,5
Evtl. Abweichungen durch Rundungen							
SRU/UG 2008/Tab. 3-4; Datenquelle: IEA 2006a, S. II.70; BARTHEL et al. 2006, S. 5-8							

Wird die Ähnlichkeit bestimmter Energieanwendungen berücksichtigt, ergeben sich aus den Tabellen 3-3 und 3-4 folgende – sich teils überlappende – strategische Schlüsselbereiche an denen eine Effizienzstrategie ansetzen sollte (vgl. auch TUKKER et al. 2006):

- Brennstoff- und Stromnutzung für Gebäude und Gebäudeinfrastruktur (49,2 %);
- Stromnutzung für energieverbrauchende Geräte in Haushalten, GHD und Industrie (29,9 %);
- Brennstoffnutzung im Verkehr (20,3 %).

Alleine fast 40 % der Primärenergie entfallen auf Wärmeanwendungen in Gebäuden. Die Schlüsselbereiche überlappen sich bei zur Gebäudeinfrastruktur gehörenden Strom verbrauchenden Geräten (rund 15 %), da hier sowohl die Geräteeffizienz als auch bauliche Maßnahmen eine Rolle spielen. Der Primärenergiebedarf des Transportsektors fällt hauptsächlich im Straßenverkehr an (SRU 2005b, Tz. 61-63; ZIESING 2006a).

3.4.2 Energiemarktliberalisierung, Querschnittsinstrumente und Mainstreaming

3.4.2.1 Endenergieeffizienz und Energiemarktliberalisierung

120. Zwar besteht in liberalisierten Energiemärkten grundsätzlich ein Anreiz zur Energieeffizienz, aber durch die nach wie vor mangelnde Internalisierung externer Effekte sind die Energiepreise von der notwendigen „ökologischen Wahrheit“ (von WEIZSÄCKER 1992) immer noch weit entfernt. Darüber hinaus belegen die ungenutzten wirtschaftlichen Potenziale der Energieeffizienzsteigerung, dass die Marktakteure nur unzureichend auf Knappheitssignale reagieren. Die vorliegenden Marktunvollkommenheiten sind in hohem Maße mit Informationsdefiziten auf der Nachfrageseite verbunden. So hat der Konsument nur unzureichende Informationen über den Stromverbrauch von Haushalts- und Bürogeräten und der Mieter/Käufer kennt die energetische Qualität von Wohnungen/Büros im vornherein nicht. Damit verbunden ist das sogenannte Investor/Nutzer-Dilemma, bei dem der Produzent/Verkäufer/Vermieter nicht derjenige ist, der später die Energiekosten trägt. Deshalb sind – gerade in liberalisierten Energiemärkten – adäquate Informationen wichtig (VINE et al. 2003), und spielen Kennzeichnungen von Gebäuden und Produkten eine wichtige Rolle. Bei energieverbrauchenden Geräten in Wohn- und Nicht-Wohngebäuden sowie im Industriebereich entsteht die Lücke zwischen wirtschaftlichem und realisiertem Potenzial beispielsweise oft durch Masseneffekte verstreuter, kleiner Potenziale, bei denen die relevanten Informationen zwar prinzipiell verfügbar sind, aber der Aufwand dem Einzelnen in Relation zur (erwarteten) Kostenersparnis zu groß erscheint (THOMAS et al. 2002, S. 12 f.). Hier können zusätzliche Regulierungen, wie zum Beispiel Verbrauchsstandards im Bereich der Produktpolitik, notwendig sein, um die notwendige Marktdurchdringung mit energiesparenden Geräten und Produkten so rasch und vollständig wie möglich zu erreichen.

121. Energieversorgungsunternehmen (EVU) haben naturgemäß ein Interesse am Verkauf von Energie und nicht an der Energieeinsparung ihrer Kunden. Bisher ist es Ihnen auch meist gelungen, politische Einsparbemühungen in Teilbereichen mit Expansionen in anderen Bereichen zu kompensieren. Es fragt sich daher, welche Rahmenbedingungen bzw. Anreizstrukturen die Interessenlage auch der EVU in dieser Richtung verändern können. Besteht die Gewinnmöglichkeit nur im Verkauf von Energie, sind die EVU die strukturellen Verlierer einer Effizienzstrategie, da die verringerte Nachfrage zu Umsatzverlusten führt. Ein Anreiz, weniger Energie zu verkaufen, besteht nur dann, wenn der Umsatzverlust geringere Kosten verursacht als die Schaffung zusätzlichen Angebots, das heißt, wenn die Steuerung der Nachfrage (Demand Side Management – DSM) günstiger ist als der Aufbau zusätzlicher

Erzeugungs- und Netzkapazitäten. Weitergehende Effizienzsteigerungen auf der Nachfrageseite liegen nur dann im Eigeninteresse der EVU, wenn sie an den Effizienzgewinnen beteiligt werden, und dieser Anteil die Umsatzeinbußen übersteigt oder zumindest kompensiert (DIDDEN und D'HAESELEER 2003; THOMAS 2006; THOMAS et al. 2002).

122. Die Idee des DSM (oder auch Integrated Resource Planning, IRP oder least-cost-planning, LCP) bezeichnet die Gesamtoptimierung der gesamten Wertschöpfungskette von der Erzeugung über die Verteilung bis zum Verbrauch. Bei dem Konzept der Energiedienstleistung (EDL) ist die Energie nur ein Zwischenprodukt, welches diese Dienstleistung mittels einer Umwandlungstechnologie (Glühlampe, Kühlschrank, Heizung) bereitstellt. Diese integrierte Betrachtung stellt den Nutzeffekt der Energie in den Mittelpunkt und minimiert die Gesamtkosten aus Endenergie und Umwandlungstechnologie (THOMAS 2006, S. 118 ff.; THOMAS et al. 2002, S. 17 ff.; LEEM 1997, S. 34 f.). Mit der Liberalisierung der Energiemärkte werden neue Regulierungen zur Steigerung der Energieeffizienz notwendig, da die Wertschöpfungskette bei der vollzogenen Trennung von Erzeugung und Verteilung (unbundling) zerschnitten wird. Weiterhin lag der Fokus der Liberalisierung bisher auf der kostengünstigen Energiebereitstellung und nicht auf dem klima- und energiepolitisch sinnvolleren Wettbewerb um die kostengünstigste EDL. Die EVU brauchen also einen Anreiz, sich vom Energie*versorgungs*unternehmen zum Energie*dienstleistungs*unternehmen zu wandeln. Aufgabe der Regulierung wäre es demnach, diesen Strukturwandel durch eine entsprechende Rahmensetzung zu forcieren (THOMAS et al. 2000; THOMAS et al. 2002; PERRELS et al. 2006; VINE et al. 2003).

Aber auch in liberalisierten Energiemärkten kann trotz des unbundling ein Anreiz für die Versorgungsseite bestehen, nicht nur Energie sondern auch Energiedienstleistungen anzubieten. Ein zentrales Instrument im Gebäudebereich ist das Contracting. Hier tritt ein zusätzlicher Akteur (Contractor oder Energy Service Company – ESCO) zwischen EVU und den Endkunden, der die Energieversorgung optimiert und die Effizienzpotenziale erschließt. Durch die Aufteilung des Effizienzgewinns (gesparte Energiekosten) haben sowohl der Eigentümer/Mieter als auch der Contractor einen Vorteil von diesem Geschäftsmodell. Energieeinsparung wird somit marktfähig und der Contractor hat einen ständigen Anreiz Energie einzusparen, da dies den Gewinn steigert (dena 2007; WESTLING 2004). Das größte Potenzial des Contracting liegt in hohen und unspezifischen Energieanwendungen (Gebäudewärme in großen Liegenschaften) mit hohem Einsparpotenzial zu geringeren Transaktionskosten. Hieraus ergeben sich zum Beispiel öffentliche Liegenschaften als wichtiges Anwendungsfeld (BACHOR 2006; SORRELL 2007; WESTLING 2004, S. 5). Somit gibt es auch in liberalisierten Energiemärkten Anreize für EVU EDL anzubieten, solange sie

damit höhere Gewinne erzielen als durch den alleinigen Verkauf von Energie. Zentrale Voraussetzung ist die Gewährleistung eines freien Netzzugangs für Drittanbieter, um mehr Wettbewerb in diesem Bereich zu gewährleisten.

3.4.2.2 Querschnittsinstrumente und Mainstreaming

Energiedienstleistungsrichtlinie

123. Die Richtlinie 2006/32/EG vom 05. April 2006 über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen (Energiedienstleistungsrichtlinie) dient der Förderung des Wettbewerbs um Energieeffizienz im Kontext liberalisierter Energiemärkte. Dies erfordert querschnittsorientierte und spezifische Maßnahmen in den oben genannten Schlüsselbereichen (Tz. 119). In der Energiedienstleistungsrichtlinie sind Maßnahmen zusammengefasst, die dazu dienen (i) Informationsdefizite zu beseitigen, (ii) die Vorbildfunktion des öffentlichen Sektors zu betonen und (iii) allgemein das Funktionieren von Märkten für Energieeffizienz und -dienstleistungen zu verbessern (mainstreaming). Die Energiedienstleistungsrichtlinie schreibt auch ein allgemeines Energieeffizienzziel von neun Prozent in neun Jahren und ein harmonisiertes Messsystem vor. Sie verpflichtet die Mitgliedstaaten, alle drei Jahre einen Aktionsplan vorzulegen, in dem dargelegt werden soll, wie die Ziele zu erreichen sind.

Neben der allgemeinen Forderung nach der Bereitstellung von mehr Informationsangeboten (Art. 7) und Energieaudits (Art. 12) werden insbesondere die „traditionellen“ Akteure der Energiewirtschaft verpflichtet, diese Informationen auch in ausreichendem Maße bereitzustellen (Art. 6). Besonders hervorzuheben ist die Vorschrift zur Umstellung des Mess- und Zählwesens (smart metering), die eine Voraussetzung für ein DSM darstellt (Art. 13). Statt der vorherrschenden pauschalen Abrechnungen über Abschlagszahlungen soll der tatsächliche Energieverbrauch in Abhängigkeit von der Nutzungszeit erfasst werden. Die dafür erforderlichen Zähler sind zwar teurer als herkömmliche, aber hier sind (weitere) Preissenkungen – insbesonders bei flächendeckender Einführung – zu erwarten und sie bieten auch andere Vorteile für die Energieversorger wie Automatisierung von Kundenverwaltung, bessere Fehlersuche im Netz und deutlich geringerer Eigenverbrauch (FRANZ et al. 2006, S. 114 ff.; IRASTORZA 2005).

Die Energiedienstleistungsrichtlinie fordert zu Recht eine Vorbildfunktion der öffentlichen Sektoren der Mitgliedstaaten (Art. 5), deren Beschaffungswesen eine entscheidende Rolle bei der Markteinführung von energieeffizienten Produkten spielen kann. So müssen die Mitgliedstaaten aus einer Liste (Anhang VI) mindestens zwei Maßnahmen wählen, bei denen Energieeffizienz eine besondere Rolle spielen soll, zum Beispiel die Beschaffung von Fahrzeugen, Ausrüstungen, der Einkauf von

Energiedienstleistungen oder die Durchführung von Energieaudits. Ein höheres Einsparziel für den öffentlichen Sektor (1,5 % pro Jahr) wurde jedoch nicht durchgesetzt.

Zur generellen Förderung von Energiedienstleistungen fordert die Energiedienstleistungsrichtlinie die Mitgliedstaaten auf, rechtliche Hindernisse zu beseitigen, die der Finanzierung von Energiedienstleistungen im Wege stehen (Art. 9). Das betrifft Hemmnisse zum Beispiel im Mietrecht und bedeutet eine Annäherung an einen einheitlichen europäischen Rahmen. Wichtig ist dies auch für die Abschaffung verbrauchsfördernder Tarife (Art. 10), so insbesondere durch ein Verbot von Mengenrabatten. In diesem Zusammenhang ist darauf zu verweisen, dass einzelne OECD-Länder (z. B. Japan) auch über Erfahrungen mit progressiven Stromtarifen verfügen, die einer genaueren Prüfung wert sein dürften (FOLJANTY-JOST 1995, S. 98).

Effizienzfonds und Einsparzertifikate

124. Sind Preissignale und der Abbau von Markthemmnissen politisch nicht oder nicht ausreichend durchsetzbar, müssen die Akteure entweder zu mehr Endenergieeffizienz subventioniert oder regulativ dazu verpflichtet werden. Zur Subvention von Energieeffizienz ist den Mitgliedstaaten „freigestellt“ Fonds und Finanzinstrumente zur Förderung einzurichten (Art. 11). In Deutschland bestehen bereits staatliche Förderprogramme auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene (BMU 2007c). Das Wuppertal-Institut (2006) schlägt einen Dach-Fonds mit einem Portfolio von zwölf Energieeffizienz-Programmen vor (THOMAS et al. 2002; THOMAS 2006; DUSCHA et al. 2006). Eine Möglichkeit zur Verpflichtung von mehr Energieeffizienz ist die bereits erwähnte und weiter unten beschriebene Standardsetzung für energieverbrauchende Geräte im Rahmen der Produktpolitik (vgl. Abschn. 3.4.5). Eine andere Möglichkeit zur Effizienzverpflichtung sind so genannte handelbare weiße Zertifikate (White Certificates – WhC; Tradable White Certificates – TWC), die auf europäischer Ebene zunächst geprüft werden sollen (Art. 4, Abs. 5 Energiedienstleistungsrichtlinie) (Europäische Kommission 2006a, S. 13). Solche Regelungen wurden bzw. werden (in verschiedenen Ausprägungen) in mehreren europäischen Ländern eingeführt und gelten zum Beispiel in Großbritannien als Erfolg (s. Tz. 125).

In Anlehnung an die Idee des Emissionshandels wird eine Gruppe von Marktteilnehmern (EVU oder Energieverteiler) zu einem bestimmten Maß an Energieeffizienz auf der Nachfrageseite verpflichtet. Im Unterschied zum Emissionshandel werden die gehandelten Rechte – ähnlich wie bei den projektbasierten Mechanismen des Kyoto-Protokolls, dem Mechanismus für

umweltverträgliche Entwicklung (Clean Development Mechanism – CDM) und der gemeinsamen Umsetzung (Joint Implementation – JI) – in Projekten generiert (baseline-and-credit). Dabei spielt das Prinzip der Zusätzlichkeit (additionality) gegenüber der Referenzentwicklung (baseline) eine wichtige Rolle, um Mitnahmeeffekte zu vermeiden. Eine ex-ante-Standardisierung von Projekten und Minderungen verringert den Kontrollaufwand, bedeutet aber einen inhärenten Konflikt zwischen der Erfassung kostengünstiger Vermeidungspotenziale und niedrigen Transaktionskosten (OIKONOMOU et al. 2004; FARINELLI et al. 2005, S. 10-23; GAUDIOSO 2006, S. 3; MUNDACA und NEIJ 2006, S. 22). Weiterhin führen WhC durch Interaktionen mit dem Emissionshandel über den Strommarkt per se nicht zur Emissionenreduktion. Werden die WhC als eigenständiges Klimaschutzinstrument verstanden, müssen die erreichten Energieeinsparungen in Emissionen konvertiert und vom Emissionsbudget abgezogen werden, wobei sich auch hier ein Konflikt zwischen Genauigkeit und Praktikabilität ergibt (HARRISON et al. 2005, S. 147, 165, 199).

125. Einige Mitgliedstaaten der EU haben dem gegenüber speziell gestaltete WhC-Systeme entwickelt oder bauen diese gerade auf. Eine interessante Variante ist die britische Energieeffizienzverpflichtung (Energy Efficiency Commitment, EEC). Hier handelt es sich allerdings eher um einen flexibilisierten Standard als um ein vollwertiges Handelssystem. Eingeführt 2002 hat die dritte Phase im April 2008 begonnen. Britische Energieanbieter können anhand eines standardisierten Kataloges mit akkreditierten Maßnahmen und Reduktionen die Maßnahmen auswählen, mit denen sie die vorgegebenen Einsparungen beim Endkunden, das heißt im Gebäudebestand, erreichen wollen. Zielniveau und Umfang des Systems sind mit jeder Phase gestiegen. Das jährliche Reduktionsziel für 2010 beträgt 7 Mt CO_2 (1,9 Mt C). Dabei soll die dritte Phase – die jetzt explizit CO_2 als Zielgröße hat, die in Carbon Emission Reduction Target (CERT) umbenannt wurde – alleine 4 Mt CO_2 (1,1 Mt C) liefern, was einem Nachfragerückgang von 3 % gegenüber der Referenzentwicklung entspricht (DTI 2007, S. 59; Defra 2007, S. 5). Das Programm wird als Erfolg gewertet, da das Ziel der ersten Phase deutlich übererfüllt und in der zweiten Phase bereits nach zwei Jahren zu 93 % erreicht wurde. Auch die Kosten der Vermeidungsmaßnahmen pro Energieeinheit lagen unter den Energiekosten, das heißt es wurden Nettogewinne erzielt (Ofgem 2007; IEA 2007a, S. 38 ff.; IEA 2007c). Die Hälfte der Einsparungen wurde durch Gebäudeisolierungen erreicht. Ein Bereich, in dem Großbritannien traditionell schwach ist.

Das italienische System sieht dagegen einen tatsächlichen Börsenhandel vor und arbeitet auch mit einem standardisierten Maßnahmenkatalog. Es zielt auf die Reduktion aller Endenergieträger. Die erste Verpflichtungsperiode läuft von 2005 bis 2009 mit jährlich nahezu verdoppelten Einsparzielen. Bereits im ersten Jahr war die CO_2-Reduktion höher als im britischen System. Während der Kyoto-Periode soll der

Handel circa 8 % zum Kyoto-Ziel beitragen (BÜRGER und WIEGMANN 2007, S. 32 ff.). Die erste Periode des französischen Systems läuft von 2006 bis 2009 und soll jährliche Reduktionen von 0,5 bis 1,5 Mt CO_2 erbringen. Es zeichnet sich durch eine hohe Zahl von Standardmaßnahmen aus (TABET 2007; BÜRGER und WIEGMANN 2007, S. 37).

Ein Systemvorschlag für Deutschland betrifft eine Reduktionsvorgabe für sämtliche Endenergien der Unternehmen, die dem Energiesteuergesetz und dem Stromsteuergesetz unterliegen. Dies sind für Heizöl- und Flüssiggashersteller die Importeure und für Erdgas und Strom die klassischen EVU. Analog zum britischen und italienischen Modell soll der Regulierer standardisierte Maßnahmen vorgeben. Hinsichtlich der Interaktion mit anderen Instrumenten wird vorgeschlagen, das Emissionshandelsbudget um die durch die WhC anvisierten CO_2-Einsparungen zu verringern. Es sollen nur Maßnahmen angerechnet werden, die nicht durch die Energieeinsparverordnung (EnEV) vorgeschrieben sind (BÜRGER und WIEGMANN 2007).

126. Die Einführung weißer Zertifikate ist je nach Ausgestaltung differenziert zu bewerten. Vor dem Hintergrund der unausgeschöpften wirtschaftlichen Effizienzpotenziale ist es offensichtlich, dass die Märkte für Energieeffizienz bisher nur unzureichend funktionieren. So kann die Sinnhaftigkeit von Fonds oder von WhC leicht mit der Existenz von Marktunvollkommenheiten begründet werden, die der Emissionshandel bisher nicht überwinden konnte. Weiße Zertifikate bieten hier einen zusätzlichen Anreiz zur Überwindung von Marktunvollkommenheiten, allerdings ohne für deren Abschaffung zu sorgen, was als die eigentliche Aufgabe der Effizienzpolitik (durch verbesserte Rahmensetzung) angesehen werden kann. WhC generieren dann einen gesamtwirtschaftlichen Effizienzvorteil, wenn sie zusätzliche Effizienzpotenziale (auf der Nachfrageseite) erschließen und diese nicht von den Transaktionskosten des Instruments (über-)kompensiert werden. In diesem Fall kann ein solches System einen sinnvollen Beitrag zur Senkung der Klimaschutzkosten leisten. In Großbritannien scheint das Problem der Transaktionskosten – zumindest bisher – besser als in Italien gelöst worden zu sein. Weitere Erfahrungen sollten allerdings abgewartet werden (IEA 2007a, S. 47). Für eine Integration dieser Systeme in ein europaweit einheitliches System ist es in jedem Fall zu früh.

3.4.3 Der deutsche Aktionsplan Energieeffizienz

127. Ende September 2007 hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) den von der Energiedienstleistungsrichtlinie (Tz. 123) geforderten nationalen Energieeffizienz-Aktionsplan (EEAP) vorgelegt und in den Energiegipfelprozess bzw. die Beschlüsse von Meseberg integriert (BMWi 2007b). Der

Aktionsplan legt dar, wie das Einsparziel der Richtlinie von neun Prozent in neun Jahren (2008 bis 2016) erreicht werden soll. Basierend auf einer Hintergrundstudie gibt der Aktionsplan für diesen Zeitraum das technische Potenzial mit 15,5 % und das wirtschaftliche Potenzial mit 13,2 % an, wobei mit 17,5 % das höchste wirtschaftliche Potenzial im öffentlichen Sektor zu finden ist (BMWi 2007b; SEEFELD et al. 2007).

Als Grund für die Nichterschließung der wirtschaftlichen Potenziale werden zu Recht Hemmnisse genannt, die in hohem Maße mit Informationsdefiziten in fast allen Sektoren korrelieren: Vermieter/Mieter- bzw. Nutzer/Investor-Dilemmata in den Sektoren Haushalte und GHD sowie geringe relative Bedeutung von Energiekosten und konkurrierende Investitionen im Kerngeschäft im produzierenden Gewerbe und im Sektor GHD. Im Sinne der Energiedienstleistungsrichtlinie ist daher eine Reihe von Querschnittsmaßnahmen zur Schaffung von Märkten für Energieeffizienz geplant (Tz. 123). Zur Überwindung von Informationsdefiziten und dergleichen sind

- verbesserte Beratungen der Haushalte vor Ort und in Verbraucherzentralen,
- die Weiterführung der Initiative Energieeffizienz in allen Sektoren,
- die Entwicklung intelligenter Energiesysteme und smart metering,
- verstärkte Aus- und Weiterbildung sowie
- die Einführung des Gebäudeenergieausweises

vorgesehen. Das *contracting* soll durch eine Reihe von Initiativen gefördert werden. Eine Reihe von Maßnahmen zielt – wiederum im Sinne der Energiedienstleistungsrichtlinie – auf die *Vorbildfunktion des öffentlichen Sektors* ab. Dazu zählt die energetische Sanierung und bessere Betriebsüberwachung – auch durch contracting – von Bundesliegenschaften, die Sanierung von Schulen und Kitas, von Straßenbeleuchtungen und Ampeln.

Die Schlüsselbereiche Gebäude, energieverbrauchende Geräte und Verkehr (Tz. 119) sind auch Schwerpunkte des EEAP. Die KfW-Programme zur Sanierung bestehender Gebäude sowie für Passiv- und Energiesparhäuser im Neubau sollen ausgebaut werden. Weiterhin ist eine Verschärfung der EnEV geplant. Für die energieverbrauchenden Geräte ist eine Europäische Top-Runner-Strategie für alle Sektoren geplant. Im Verkehrsbereich sollen Einsparungen durch

- Optimierung von Antrieben für PKW und LKW,
- eine CO_2-basierte KFZ-Steuer,
- freiwillige Maßnahmen im Rahmen einer Kommunikations- und Logistikförderung,
- Fahrtraining und Motivation und
- den Ausbau von Fahrradwegen

erreicht werden. Neu ist die Fördermaßnahme des Sonderfonds Energieeffizienz für kleine und mittlere Unternehmen, aus dem Beratungen und Investitionszuschüsse für GHD und Industrie finanziert werden sollen.

128. Der Aktionsplan zielt einerseits auf eine „Übererfüllung“ ab, da davon ausgegangen wird, dass nicht jede Maßnahme in vollem Umfang umgesetzt wird. Allerdings können nach der Richtlinie bereits Maßnahmen ab 1995 bzw. teilweise sogar schon ab 1991 angerechnet werden. Nach dieser Definition hätte Deutschland das Ziel der Richtlinie bereits zu 45 % erfüllt (BMWi 2007b, S. 18). Die Tatsache, dass große Teile der Trendmaßnahmen als neue Politik dargestellt werden, wurde bereits bei der Wirkungsanalyse der Meseberger Beschlüsse deutlich, die gerade in den Maßnahmenbereichen Stromeinsparung und Gebäudesanierung erhebliche Zielverfehlungen erwarten lassen (Tz. 105). Angesichts der strategischen Bedeutung der Energieeffizienz – für das gesamte Zieldreieck der Energiepolitik – und der notwendigen Verdreifachung der Verbesserungsraten der Energieintensität (Tz. 116) ist diese mangelnde Priorisierung trotz der positiven Ansätze kaum akzeptabel und wurde auch bereits von der Europäischen Kommission kritisiert (Europäische Kommission 2008b).

3.4.4 Schlüsselbereich Gebäude

3.4.4.1 Sektorale Energieverbrauchsstruktur

129. Ungeachtet der Fortschritte, die in den letzten Jahren bei der Wärmesanierung von Gebäuden erreicht wurden, sind die vorhandenen Potenziale nur in geringem Maße genutzt. Der Anteil des Endenergieverbrauchs für die Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser im Gebäudebestand wurde zwischen 1996 und 2005 um fast 16 % gesenkt, trägt aber als Raumwärmeverbrauch immer noch mit 32 % und als Warmwasserverbrauch mit gut 5 % zum Endenergieverbrauch bei. Im Vergleich dazu nahm der Endenergieverbrauch für sonstige Prozesswärme, mechanische Energie und Beleuchtung um fast 3 % zu. Der Rückgang des Endenergieverbrauchs ist in diesen Jahren demnach ausschließlich auf die Einsparungen in der Wärmeversorgung von Gebäuden zurückzuführen.

Die weitaus größten Wärmeverbraucher sind die privaten Haushalte (68,7 %) und der Sektor GHD (24,4 %). Der Anteil der Industrie beträgt 6,8 %. Zwischen 1996 und 2005 erreichten die Industrie mit -22,3 % und die Sektoren GHD (-22,4 %) die größten Endenergieeinsparungen im Wärmebereich. In den privaten Haushalten konnten dagegen nur Einsparungen von 12 % erreicht werden (BMWi 2007a). Obwohl im kommerziellen Bereich die Potenziale bei weitem nicht erschöpft sind, besteht ein besonderer Handlungsbedarf in den privaten Haushalten.

130. Nach wie vor dominiert der Einsatz fossiler Energieträger in der Raumwärmeversorgung von Gebäuden (79,8 %). Wichtigster Energieträger ist das Gas, gefolgt vom Heizöl, den erneuerbaren Energieträgern und der Kohle. Fernwärme und Strom als sekundäre Wärmeenergiequellen im Gebäudebereich machen einen unveränderten Anteil von 13,4 % aus. Erneuerbare Energieträger decken als einzige Energiequelle mit Verbrauchszuwachs inzwischen 7,1 % der Wärmeversorgung von Gebäuden (Tabelle 3-5).

Tabelle 3-5

Entwicklung des Raumwärmeverbrauchs nach Energieträgern (für Industrie, GHD, private Haushalte) von 1996 bis 2005

Energieträgerstruktur der Raumwärmeproduktion	1996		2005		1996 – 2005
	in PJ	in %	in PJ	in %	in %
Öl	1339,4	38,2	847,0	30,0	-36,8
Gas	1474,2	42,1	1348,2	47,8	-8,5
Strom	149,5	4,3	120,2	4,3	-19,6
Fernwärme	307,7	8,8	252,0	8,9	-18,1
Kohle	134,8	3,8	55,7	2,0	-58,7
Sonstige	96,7	2,8	199,3	7,1	106,1
Gesamt	3502,3	100,0	2822,4	100,0	-19,4
davon fossile Energieträger	2948,4	84,2	2250,9	79,8	-23,7
SRU/UG 2008/Tab. 3-5; Datenquelle: BMWi 2007a					

3.4.4.2 Energieverbrauch im Wohngebäudebestand

131. Energieeinsparpotenziale im Bereich der privaten Haushalte lassen sich sowohl im Neubau als auch im Gebäudebestand identifizieren. Im Neubaubereich konnten in jüngerer Vergangenheit bereits Fortschritte erreicht werden. Bereits 35 % aller Neubauten genügen mit einem Wärmeenergiebedarf von weniger als 70 kWh/m^2 dem Niedrigenergiehausstandard. Da der Wohnungsneubau wegen des anhaltenden Wachstums der Pro-Kopf-Wohnfläche in Deutschland (1990 bis 2005: + 15 % auf 41,2 m^2) in erster Linie zu einer Erhöhung des Raumwärmeverbrauchs führt, liegen die wichtigsten Energiesparpotenziale in einer Senkung des Wärmebedarfs im älteren Wohnungsbestand, der drei Viertel aller Wohneinheiten ausmacht (Baujahr bis 1978) (IFS 2006). Im gesamten Gebäudebestand lag der jährliche flächenspezifische Wärmeverbrauch 2005 bei rund 165 kWh/m^2. Während in den alten Bundesländern der durchschnittliche Heizwärmekennwert für zentral beheizte Gebäude circa 160 kWh/m^2 pro Jahr beträgt, liegt dieser Wert in den neuen Bundesländern noch bei rund 200 kWh/m^2 pro Jahr (KRÉMER et al. 2005).

132. Daneben beeinflussen regionale Klimaunterschiede den unterschiedlichen Wärmeenergieverbrauch. Eine regionale Heizgradtagskorrektur der

Heizenergieverbräuche für heizölbeheizte Gebäude in 126 westdeutschen Gemeinden verdeutlicht, dass nicht nur das Alter der Gebäude und der Heizungsanlagen, sondern auch die regionalen Klimaverhältnisse einen Einfluss auf den lohnenswerten Bereich von Energieeffizienzinvestitionen haben (Techem AG 2006).

3.4.4.3 Energieeinsparpotenziale im Wohngebäudebestand

133. Ein Großteil der Gebäude in Deutschland erreicht bei weitem nicht den energetischen Qualitätsstandard, der zur Einhaltung der langfristigen Klimaschutzziele notwendig wäre und sich durch eine Modernisierung der Gebäude und der Heizungstechnik realisieren ließe (HERTLE et al. 2005).

Die technischen Energiesparpotenziale müssen sich in der Realität jedoch an ihrer Wirtschaftlichkeit messen. Angesichts steigender Energiepreise sind viele Energiesparmassnahmen bereits heute rentabel und tragen zur Einsparung von Heizenergiekosten bei (Tabelle 3-6). Beim Neubau im Passivhausstandard werden zum Beispiel Mehrkosten von nur 8 % angegeben (BMU 2007e, S. 61).

Tabelle 3-6

Wirtschaftlichkeit standardisierter Energiesparmaßnahmenbündel bei modernisierten Wohngebäuden

	Bestand belassen	EnEV-Bestand	EnEV-Neubau	Passivhaus-Komponenten
Maßnahmen	Instandsetzung mit Heizungs-optimierung	EnEV-Nachrüst-verpflichtungen	Wärmedämmung 12 cm; Brennwertkessel	Wärmedämmung 20 cm; kontrollierte Lüftung; ggf. Solaranlage
Typischer Heizwärmebedarf [kWh/m2a]	120 – 180	80 – 120	60 – 80	25 - 50
Spezifische Mehrinvestitionen [€/m^2]	10 – 20	40 – 80	100 – 150	180 – 150
Äquivalenter Energiepreis [€/kWh] *	0,04 – 0,08	0,10 – 0,12	0,10 – 0,20	0,10 – 0,40
Amortisationszeit	Bis 5 a	Bis 10 a	Bis 20 a	Bis 40 a
* Äquivalenter Energiepreis = Verhältnis zwischen den annuitätischen Kosten der Maßnahme und der jährlich eingesparten Energie; erlaubt einen Vergleich der finanziellen Entlastung durch die Energiesparmaßnahme zu den Kosten des alternativen Energiebezugs.				
Quelle: WOLFF 2007a				

Viele Energiesparmaßnahmen werden erst durch eine Kopplung mit einer baulichen Maßnahme rentabel, die zur angemessenen wirtschaftlichen Verwertung der Immobilie vorgenommen wird (KAH und FEIST 2005, S. 10 ff.). Einige Maßnahmen sind dagegen

gegenwärtig noch nicht wirtschaftlich umsetzbar. Zudem weisen die vorhandenen Energiesparpotenziale eine unterschiedliche Klimaschutzeffizienz auf.

Tabelle 3-7

Wirtschaftlichkeit von Einzelmaßnahmen zur Energieeinsparung

Maßnahme	Energieeinsparung (kWh/(m^{2}a)	Investition (€/m^2)	Äquivalenter Energiepreis (€/kWh) *
Dämmung (Dach, Kellerdecke, Außenwand)	50 – 150	50 – 250	0,02 – 0,20
Fenster	20 – 50	30 – 150	0,06 – 0,30
Kesseltausch	20 – 120	20 – 80	0,02 – 0,20
Komfortlüftung	10 – 25	20 – 70	0,08 – 0,25
Solare Trinkwassererwärmung	5 – 20	35 – 50	0,10 – 0,40
Solare Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung	10 – 25	50 – 80	0,10 – 0,40
Hydraulischer Abgleich und Heizungsoptimierung nach baulicher Modernisierung	10 – 20	1 – 6	0,02 – 0,04
* Äquivalenter Energiepreis = Verhältnis zwischen den annuitätischen Kosten der Maßnahme und der jährlich eingesparten Energie; erlaubt einen Vergleich der finanziellen Entlastung durch die Energiesparmaßnahme zu den Kosten des alternativen Energiebezugs.			
Quelle: WOLFF 2007a			

134. Ungeachtet der zusätzlichen öffentlichen Förderung werden viele grundsätzlich wirtschaftliche Maßnahmen gegenwärtig nicht umgesetzt. So zeigt die Studie „Heinze Marktforschung 2002“ basierend auf einer Befragung von 10 000 Eigentümern, Vermietern und Mietern über Modernisierungsmaßnahmen der wichtigsten energieverbrauchsrelevanten Gebäudebauteile und Heizungsanlagen, dass die jährliche Ist-Sanierungsrate im Vergleich zur Sollsanierungsrate, die entsprechend der Altersstruktur des Wohnungsbestands zu erwarten wäre, lediglich 52 % beträgt (KLEEMANN und HANSEN 2005, S. 60 f.). Tatsächlich bleiben die Modernisierungsinvestitionen in der Wohnungswirtschaft seit Jahren weit hinter den Neubauinvestitionen zurück, so dass der zusätzliche Energieverbrauch neu erstellter Wohnungen die Energieverbrauchsminderungen in modernisierten Wohnungen kompensiert. So standen einer zusätzlichen Neubauwohnfläche von durchschnittlich knapp 28 Mio. m^2 pro Jahr in den Jahren 2002 bis 2005 nur rund 4 Mio. m^2 Wohnfläche modernisierter Wohnungen gegenüber. Unter diesen ungünstigen Bedingungen ist die Gefahr einer Kompensation der Energieeinsparung in modernisierten Gebäuden durch den Mehrverbrauch im Neubau kaum vermeidbar (vgl. Tabelle 3-8). Eine noch schlechtere Bilanz würde sich ergeben, wenn im Zuge der Baumaßnahmen nicht die

besten Energieverbrauchsstandards erreicht würden. Bis die von der neuen EnEV 2007 vorgeschriebenen bedingten Anforderungen bei Modernisierungen, beim Neubau und bei Austausch oder Änderung von Bauteilen und Anlagen greifen, verursacht die Gebäudenutzung mangels Wirtschaftlichkeit unterlassener Ohnehin-Maßnahmen zusätzliche Treibhausgasemissionen.

Tabelle 3-8

Geschätzter Energiemehrverbrauch und Energieeinsparung durch Wohnungsneubau und -modernisierung

		2002	2003	2004	2005	Mittelwert
Neubau	Mio. m^2	29,1	27,4	29,2	25,3	27,8
Energiemehrverbrauch - bei 25 kWh/m²a	Mio. kWh	728,3	686,3	729,2	632,4	694,0
- bei 50 kWh/m²a	Mio. kWh	1.456,6	1.372,6	1.458,4	1.264,8	1388,1
Modernisierung	Mio. m^2	4,4	4,1	4,2	3,9	4,2
Energieeinsparung - bei 50 kWh/m²a*	Mio. kWh	703,1	662,7	664,5	624,2	663,6
- bei 80 kWh/m²a*	Mio. kWh	571,2	538,5	539,9	507,1	539,2
* Vergleichswert vor Modernisierung 210 kWh/m2a						
SRU/UG 2008/Tab. 3-8; Datenquelle: Statistisches Bundesamt 2007a; WOLFF 2007a						

Mängel bei der Umsetzung von Energiesparmaßnahmen im Zuge von Modernisierungen im Gebäudebestand sind an der Tagesordnung. Hinzu kommt, dass die theoretischen Einspareffekte aufgrund des heterogenen Nutzerverhaltens nicht immer realisiert werden. Trotz energetischer Vollsanierung eines Wohngebäudes nach Niedrigenergiehaus-Standards unterscheiden sich die Heizenergieverbräuche der Nutzer noch um bis zu 50 kWh/m^2 pro Jahr, bei fehlender Lüftungsanlage sogar um bis zu 80 kWh/m^2 pro Jahr (LOGA et al. 2003, S. 48). Eine Auswertung der mehrjährigen Verbrauchsdaten einer nach Gebäudetypen und Baualtersklassen repräsentativen Stichprobe des deutschen Gebäudebestands ergab für das Endjahr 1999, dass sich das Verhältnis von Ist-Verbrauch zu Soll-Verbrauch (Normverbrauch nach WärmeschutzVO 1995) zum damaligen Zeitpunkt auf lediglich 59 % belief. Da die Anforderungen der EnEV 2004 gegenüber den damaligen Normen de facto nicht verändert wurden und nur bei geförderten Modernisierungsmaßnahmen von einem verbesserten Normenvollzug auszugehen ist, dürfte sich nach Aussage von Experten aus der Praxis an diesem Einsparverhältnis wenig verändert haben (KLEEMANN und HANSEN 2005, S. 61 f.).

3.4.4.4 Klimapolitischer Instrumentenmix im Gebäude- und Wohnungssektor

135. Die Bemühungen der Bundesregierung zur Umsetzung der klimapolitischen Zielsetzungen im Gebäude- und Wohnungssektor stützen sich auf ein breites Umweltinstrumentarium.

Die wichtigste Maßnahme zur Verbesserung der Energieeffizienz im Gebäudebereich ist die Energieeinsparverordnung (EnEV). Mehrmals verschärft und erweitert, vereint sie alle energierelevanten Regelungen im Gebäudesektor. Die jüngste Novelle der EnEV im Jahr 2007 zeichnet sich gegenüber dem vorhergehenden Regelwerk durch erhöhte Anforderungen an den Primärenergiebedarf von Neu- und Bestandsgebäuden und eine gesonderte Berücksichtigung von Wohn- und Nichtwohnungen aus. Sie beinhaltet erstmals bedingte Anforderungen zur Nutzung erneuerbarer Energieträger bei größeren Gebäuden und führt ab 2008 schrittweise eine Pflicht zur Ausstellung eines Energiebedarfs- bzw. Verbrauchsausweises ein.

Eine nutzergerechte Erfassung und Verteilung der Heizenergie- und Warmwasserkosten von zentralen Heizungs- und Wasserversorgungsanlagen in Wohngebäuden soll durch die Heizkostenverordnung (HeizkostenVO 89) gewährleistet werden. Neben der Pflicht zur Erfassung des anteiligen Wärme- und Warmwasserverbrauchs regelt die HeizkostenVO die Verteilung der Gesamtkosten auf die Nutzer eines Wohngebäudes. Dabei sind mindestens 50 %, höchstens 70 % der Betriebskosten der zentralen Heizungsanlage nach dem erfassten Wärmeverbrauch anzulasten. Die übrigen Kosten sind nach der Wohn- oder Nutzfläche auf die einzelnen Nutzer zu verteilen. Nur der Teil der Heizkosten soll nach Verbrauch abgerechnet werden, der vom Nutzer beeinflusst werden kann. Für energieverbrauchsunabhängige Kosten der Kaminreinigung sowie Wartungs- und Energiekosten erfolgt daher eine Abrechnung nach Grundflächenanteilen.

136. Diese ordnungsrechtlichen Vorgaben werden durch eine Reihe von Förderprogrammen von Bund und Ländern flankiert. Finanzielle Unterstützungen für zusätzliche Energiesparmaßnahmen werden sowohl für den Neubau als auch für Modernisierungsmaßnahmen im Bestand gewährt.

Schließlich stellt die Mineralölbesteuerung auf Heizenergieträger ein Instrument zur Minderung des Energieverbrauchs dar. Insbesondere die zuletzt im Jahr 2003 erhöhten Ökosteuersätze auf feste und flüssige Heizenergieträger sind explizit als Lenkungsabgabe eingeführt worden (vgl. SRU 2004, Abschn. 2.2.4.2).

137. Die Erwartungen der Bundesregierung an diesen Instrumentenverbund sind hoch. Mit zukünftigen Novellierungen der Gesetze und Verordnungen bzw. Maßnahmenerweiterungen in der Förderpolitik soll der Umsetzung dieser Ziele im

Rahmen des Energie- und Klimaprogramms der Bundesregierung noch stärker Nachdruck verliehen werden (Bundesregierung 2007a). Mit den ordnungsrechtlichen Vorgaben wird die Einhaltung eines Mindestwärmeschutzniveaus und technischer Energieverbrauchsgrenzen beabsichtigt. Die Förderprogramme sollen komplementär dazu Anreize zur Verbesserung des Normenvollzugs setzen und die durch das Ordnungsrecht nur teilweise realisierbare Umweltschutzdynamik steigern. Gleichzeitig verspricht die Förderung eine Milderung wirtschaftlicher Anpassungsprobleme und distributiver Härten des Normenvollzugs. Erleichtert wird auch die Anpassung der Nutzer an die steuerliche Belastung der Heizenergieträger, was auf eine Erleichterung der politischen Durchsetzbarkeit des klimapolitischen Instrumentariums abzielt. Nebenziele bilden die Förderung von Konjunktur und Beschäftigung im Bausektor.

3.4.4.5 Energieeinspargesetz und Förderpolitik als Instrumente zur Begrenzung des Nutzer-Investor-Dilemmas

138. Für die unzureichende Ausnutzung der vorhandenen Energiesparpotenziale gibt es zahlreiche Gründe. Neben ungenügendem Fachwissen und unzureichender Abstimmung der beteiligten Akteure fehlt es vielfach an Anreizen zur Steigerung der Energieeffizienz: Da der Gebäudeeigentümer die Kosten des Energieverbrauchs an die Mieter weitgehend „durchreichen“ kann, hat er nur geringe finanzielle Anreize, den Energieverbrauch seines Gebäudes durch Investitionen möglichst gering zu halten. Investiert er hingegen in Energiesparmaßnahmen, reduzieren diese zwar die Betriebskosten des Mieters, führen jedoch nicht zwingend zu höheren Mieteinnahmen beim Vermieter. Dieses Anreizdefizit wird häufig als sogenanntes Nutzer-Investor-Dilemma bezeichnet (Tz. 120, 127).

139. Um zu einer Lösung des Nutzer-Investor-Dilemmas beizutragen, statuieren das Energieeinspargesetz (EnEG) und die darauf erlassene Energieeinsparverordnung (EnEV) ordnungsrechtliche Anforderungen an die Energieeinsparung im Gebäudebereich. Diese Regelungen weisen jedoch deutliche Wirkungsgrenzen auf und reichen damit nicht aus, um die notwendige Reduzierung des Energieverbrauchs im Gebäudesektor herbeizuführen. Erstens beziehen sie sich vornehmlich auf neu zu errichtende Gebäude bzw. auf noch einzubauende Energieversorgungsanlagen (vgl. § 4 Abs. 3 EnEG). Zweitens verlangt das Gesetz für die Formulierung von Anforderungen an die Energieeinsparung, dass diese wirtschaftlich vertretbar sind (§ 5 Abs. 1 EnEG). Dieses sogenannte „Wirtschaftlichkeitsgebot“ wird für den Fall der Modernisierung des Gebäudebestandes zusätzlich verschärft (§ 4 Abs. 3 S. 1 EnEG). Vertretbar sind dabei solche Investitionen, die innerhalb der üblichen bzw. noch zu erwartenden Nutzungsdauer des Gebäudes durch die eintretenden Einsparungen erwirtschaftet werden können. Diese Regelung ignoriert die externen Kosten des Energieverbrauchs. Hier sollte zukünftig auch mit Blick auf die

Gestaltungsmöglichkeiten des Mietrechts auf eine stärkere Kosteninternalisierung hingewirkt werden (Tz. 140) (KEYHANIAN 2008). Drittens ist festzustellen, dass die EnEV selbst den durch das Wirtschaftlichkeitsgebot gesteckten engen Modernisierungsrahmen nicht angemessen ausfüllt. Ihre Anforderungen befinden sich vielfach im unteren Bereich des wirtschaftlich Vertretbaren (THORWARTH 1997, S. 198; BEAUCAMP und BEAUCAMP 2002, S. 326). In Anbetracht der sich verschärfenden Klimaproblematik werden die Standards der EnEV teilweise nicht mehr als Maßstab für die zu erzielenden Energieeinsparungen im Gebäudebereich herangezogen. So legt die Hamburgische Klimaschutzverordnung vom 11. Dezember 2007 im Hinblick auf den zulässigen Jahresprimärenergiebedarf beispielsweise Anforderungen an neu zu errichtende Wohngebäude fest, die zumindest 30 % über denen der Energieeinsparverordnung liegen (§ 2 Abs. 2 Nr. 1 der Verordnung). Nach eingeholten Gutachten der Freien und Hansestadt Hamburg sollen sich diese höheren Anforderungen an die Gebäudesubstanz und Gebäudetechnik zu treffenden Maßnahmen in der Regel in Zeiträumen von 10 bis 20 Jahren amortisieren (Begründung zur Hamburgischen Klimaschutzverordnung, S. 4 f.). Auch die Bundesregierung hat sich in ihrem integrierten Energie- und Klimaprogramm für eine kurzfristige Verschärfung der primärenergetischen Anforderungen um 30 % ab dem Jahre 2009 ausgesprochen (Tab. 3-1).

140. Eine konsequente Umsetzung der EnEV ist nur zu erwarten, wenn ihre Wirkung nicht durch gegenteilige ökonomische Anreize konterkariert wird. Die am Kostenprinzip ausgerichtete Heizkostenverordnung erfordert eine verbrauchsabhängige Abrechnung der Heiz- und Warmwasserkosten und gibt allein dem Mieter als Nutzer gewisse Energiesparanreize. Der Vermieter hingegen hat aufgrund der Vollumlage der Heizkosten auf die Mieter kaum ein direktes Interesse an einer energiesparenden Modernisierung. Das Mietrecht hat daher die Möglichkeit eröffnet, die Kosten der Modernisierungsmaßnahmen aus Gründen der Energieersparnis an den Mieter in Form der Erhöhung der Kaltmiete weiterzugeben. Zusätzlich zu einer Mieterhöhung durch Verweis auf die ortsübliche Vergleichsmiete (§ 558 BGB) steht dem Vermieter in diesen Fällen das Recht zu, gemäß § 559 BGB einen Modernisierungszuschlag zu erheben. Das Mietrecht lässt damit größere Gestaltungsspielräume als das Ordnungsrecht zu: Im Gegensatz zum EnEG ist nach der höchstrichterlichen Rechtsprechung auch die Einbeziehung von Modernisierungen jenseits des Wirtschaftlichkeitsgebotes zulässig. Grenzen setzen hier allein die mietrechtlichen Härteklauseln (BGH, Urteil vom 03. März 2004, Az. VIII ZR 149/03, NJW 2004, 1738 ff.). Diese Rechtsprechung ist im Kern darauf zurückzuführen, dass über die Befugnis zur Erhöhung der Miete nach energiesparbezogenen Modernisierungen letztlich Allgemeinwohlinteressen durchgesetzt werden sollen (SÄCKER und RIXCKER 2008, § 559, Rn. 3). Das Gesetz begrenzt die Umlage

allerdings dadurch, dass die jährliche Miete maximal um 11 % der mit der Modernisierung zusammenhängenden Kosten erhöht werden kann. Nicht auszuschliessen ist, dass dieser umlagepflichtige Betrag im Einzelfall zu gering ausfällt, um Anreizdefizite zu kompensieren.

141. Das Vermieter-Mieter-Dilemma ist zusätzlich auf die vorhandene Informationsasymmetrie zwischen Wohnungsanbietern und -nachfragern zurückzuführen. Die Komplexität bauphysikalischer und technischer Gebäudeparameter erschwert eine Beurteilung von energieverbrauchsrelevanten Parametern durch Mieter bzw. Käufer von Wohnraum. Mangels Informationen richtet sich die Wohnungsnachfrage bislang weitgehend nur am Qualitätsdurchschnitt der Gebäude aus, so dass der resultierende Marktpreis das Angebot überdurchschnittlich energieeffizienter Wohnungen nicht zulässt. Mit der Einführung der Pflicht zur Ausstellung eines Energiebedarfs- bzw. Verbrauchsausweises sind insoweit erste verbindliche Schritte zu mehr Transparenz bei der Beurteilung der energetischen Qualität von Gebäuden unternommen worden.

142. Förderprogramme können die Folgen markt- und regulierungsbedingter Investitionszurückhaltung kompensieren. Eine allgemeine finanzielle Förderung von Wohnungsbauinvestitionen birgt dagegen das Risiko, dass Teile der finanziellen Entlastung aufgrund vergleichsweise träger Reaktionen des Angebots an Bauleistungen kurzfristig in Preiserhöhungen der Bauwirtschaft verpuffen. Erst mittel- bis langfristig können ausreichende Produktionskapazitäten aufgebaut werden und als höheres Angebot marktwirksam werden. Echte zusätzliche Einspareffekte sind von Förderprogrammen daher erst zu erwarten, wenn sie kontinuierlich über lange Zeiträume gezahlt werden. Wirkungen von Fördermaßnahmen müssen über alle Segmente des Wohnungsmarktes hinweg beachtet werden. So besteht das Risiko, dass einseitige Subventionen in den Neubausektor kurzfristig knappe Baukapazitäten binden, Baupreiserhöhungen induzieren und die Rentabilität von Bestandinvestitionen reduzieren. Starke Neubauaktivitäten erhöhen überdies das Wohnungsangebot und vermindern über Umzugsketten (sogenanntes filtering up der Haushalte) das Mietendifferenzial zwischen den unterschiedlichen Qualitätssegmenten des Wohnungsbestands. Diese Absenkung bzw. Nivellierung der Mietpreise über den gesamten Wohnungsbestand senkt jedoch die Rentabilität von Instandhaltungs- und Modernisierungsinvestitionen bei Bestandsgebäuden (EEKHOFF 2006).

Zu eng definierte Förderkriterien für Energiesparprogramme veranlassen die Investoren, Energieeinsparinvestitionen primär in zuschussfähiger Weise mit eng vordefinierten Maßnahmenpaketen und weniger nach kostenminimalen Gesichtspunkten durchzuführen (WOLFF 2007b, S. 71). Einzelmaßnahmen werden nicht gefördert, was mitunter dazu führen kann, dass Investoren bereits heute rentable

Instandsetzungen oder Optimierungen an Gebäuden verschieben, nur um später in den Genuss der Förderung eines kompletten Maßnahmenpakets zu kommen. Ein Monitoring der tatsächlich erreichten Energieeinsparungen und Emissionsminderungen der geförderten Maßnahmen erfolgt nicht. Anreize zur optimalen Systemabstimmung von Gebäude, Anlagentechnik und Nutzung kann die Förderung daher nur bedingt setzen.

Weitere aus Umweltsicht eher kontraproduktive Wirkungen der bestehenden Förderprogramme werden eher unterschätzt. Tabelle 3-7 zeigt, dass die Einspareffekte zusätzlicher Investitionen immer geringer werden. Dementsprechend müssen die Förderprogramme mit zunehmendem Energiesparstandard höhere Finanzhilfen aufbringen um noch Investitionsanreize zu setzen. Dies bedeutet jedoch, dass mit dem verfügbaren öffentlichen Budget wesentlich höhere Einspareffekte erreichbar wären, würden die Mittel primär für Maßnahmen mit vergleichsweise geringem Aufwand bei hohen Energieeinsparungen und Emissionsminderungen eingesetzt.

3.4.4.6 Modernisierungsanreize durch mehr Markttransparenz, preisliche Anreize und höhere Fördereffizienz

143. Im Wohnungsmarkt wird Klimaschutz in einer instrumentellen Mischung von Verbrauchsstandards und positiven (Fördermittel) wie negativen ökonomischen Anreizen (Öko-Steuer) operiert. Dabei ist die im neuen Klimaprogramm anvisierte Verschärfung der Effizienzstandards sinnvoll, wenn sie auch hinter den indikativen Vorgaben der Europäischen Kommission zurückbleibt (Annäherung an den Passivhausstandard bis 2015). Die auftretenden Umsetzungsprobleme anspruchsvoller Standards geben jedoch den ökonomischen Instrumenten ein besonderes Gewicht. Ohne hinreichende preisliche Anreize und eine im wohnungswirtschaftlichen Alltag funktionierende Übertragung dieser Preissignale zwischen den Marktseiten dürfte der Klimaschutz im Wohnungsmarkt weit unter dem Möglichen und wenig effizient bleiben.

Ein wichtiger erster Schritt zu höheren Anreizeffekten in Richtung Energieverbrauchsreduzierung war die Ökosteuer auf fossile Heizenergieträger. Weitere moderate, jedoch kontinuierliche Preissteigerungen von Energieträgern würden mittel- bis langfristige Einsparanreize bieten und zugleich eine wirtschaftlich tragfähige Anpassung ermöglichen. Mit dem vom SRU favorisierten Emissionshandel auf der ersten Handelsstufe kann diese Anreizwirkung fortentwickelt werden (Abschn. 3.5.5). Direkte Preissignale haben bezüglich ihrer Lenkungswirkung den Vorteil, dass sie den betroffenen Akteuren den Anreiz geben, unter Berücksichtigung aller für den individuellen Energieverbrauch relevanten Rahmenbedingungen, die jeweils kostengünstigste Energiesparmaßnahme zu wählen. Diese reichen kurzfristig

von der Reduktion der Zimmertemperatur bis zu langfristigen Investitionen in Energiespartechniken und dem Umstieg auf erneuerbare Energieträger.

144. Die Lenkungswirkung von Energiepreisen dürfte dabei umso stärker ausfallen, je leichter die betroffenen Akteure die Preissignale empfangen und adäquat reagieren können. Hierzu müssen Markthemmnisse konsequent beseitigt werden. Mietrecht und Heizkostenverordnung sollten so umgestaltet werden, dass sowohl Mieter als auch Vermieter unmittelbar die wirtschaftlichen Konsequenzen steigender Energiepreise verspüren und adäquat reagieren können. Hierzu ist die im Klima- und Energieprogramm der Bundesregierung angekündigte Erhöhung des verbrauchsabhängigen Anteils an der Heizkostenabrechnung allerdings nicht ausreichend (Tab. 3-1). Die Heizkostenverteilung sollte nicht nur gewährleisten, dass die Mieter hinreichende Kostenanreize für einen effizienten Einsatz der Raumheizung haben, sondern auch dem Vermieter ermöglichen, das Heizverhalten seiner Mieter zur Verbesserung der Gesamtrentabilität des Mietobjekts durch finanzielle Anreize zu beeinflussen. Möglichkeiten zur vertraglichen Abweichung bei der Heizkostenverteilung von der Heizkostenverordnung dürften hier zielführend sein. So kämen etwa Vereinbarungen von Warmmietverträgen in Frage, bei denen mit einer Teilübernahme der warmen Betriebskosten durch den Vermieter auch der Heizenergieverbrauch wieder in dessen Wirtschaftlichkeitskalkül zurückgeführt wird. Ebenso würde dadurch der Weg zu einem Wärme-Contracting im Gebäudebereich geebnet, bei dem Eigentümer von Gebäuden die gesamte Energieversorgung von Geschäfts- und Wohngebäuden an spezialisierte Energiedienstleister abgeben könnten (BARTHEL et al. 2006). Diese wiederum würden die ihnen übertragene Dienstleistungsaufgabe kostenoptimal umsetzen und entsprechende Maßnahmen an Gebäuden und Heizungsanlagen vornehmen sowie anreizkompatible Dienstleistungsverträge mit den einzelnen Nutzern abschließen (vgl. Tz. 122).

Jüngste Vorschläge einer konditionierten, an die Realisierung von baulichen Energiesparmaßnahmen gebundenen Heizkostenumlage versuchen kurzfristig zusätzliche Modernisierungsanreize zu setzen und den Vollzug der EnEV zu stärken (BAAKE et al. 2007). Allerdings sollten mögliche langfristig negative Konsequenzen nicht aus den Augen verloren werden. Zum einen differenzieren diese Ansätze nicht zwischen bautechnisch bzw. verbrauchsseitig vermeidbaren Energieverbräuchen. Andererseits könnten derartige Maßnahmen aus Vermietersicht unter den gegenwärtigen Energiepreis- und Wohnungsmarktbedingungen unrentable Investitionen nach sich ziehen.

145. Der Nachweis des Energieverbrauchs durch die Verpflichtung zur Vorlage eines Energiebedarfsausweises dürfte wesentlich zur Erhöhung der Markttransparenz für die Wohnungsnachfrager beitragen. Für den Anbieter von Wohnraum bedeutet

diese Transparenz, einen höheren Anreiz für die Berücksichtigung der Energieeffizienz als Merkmal der Angebotsqualität. Bereits aus der Offenlegung des Energieverbrauchs mit einem sogenannten energieverbrauchsorientierten Energieausweis kann ein erheblicher Transparenzzuwachs resultieren. Gleichzeitig ist ein verbrauchsorientierter Energieausweis deutlich kostengünstiger als ein energiebedarfsorientierter Ausweis. Der Vorteil des letzteren liegt vor allem in der Ermittlung von Energiesparpotenzialen bei der Bedarfsermittlung. Praxistests zeigen allerdings, dass die Angaben zum Energiebedarf mangels einheitlicher Bewertungsverfahren von Gebäuden noch erhebliche Schwankungsbreiten aufweisen (GdW 2006). Wichtiger als diese Beurteilungsbasis dürften das Format der angegebenen Energieindikatoren des Gebäudes und entsprechende Vergleichsdaten aus der Betrachtungsregion sein. Die Energiebedarfs- bzw. Energieverbrauchsangaben sollten Rückschlüsse auf die Variabilität der Indikatoren bezüglich einzelner Wohneinheiten aber auch des Einflusses der Witterung zulassen. Als Vergleichsmaßstab für die Bewertung ist eine konsequente Einführung von Mietspiegeln notwendig, aus denen auch Angaben über den energetischen Zustand des auf dem Wohnungsmarkt angebotenen Bestands und dessen Wärmeverbräuche abgelesen werden können. Kommunale Heizspiegel, wie sie seit einigen Jahren für eine Reihe von Städten in der Bundesrepublik veröffentlicht werden, können hier eine wichtige Orientierungshilfe leisten.

146. Auch sollten im Rahmen der Förderpolitik stärkere Anreize zur Konzentration auf möglichst kosteneffiziente Instandsetzungs- und Modernisierungsmaßnahmen gesetzt werden. Da es unter klimapolitischen Gesichtspunkten vor allem um die Umsetzung von Investitionen mit sehr hohem Einsparpotenzial geht, hat eine Förderung, die Bestandserneuerungen in der Breite finanziell entlastet, gegenüber einer eher technologieorientierten Förderung Vorteile. Stärkere Anreize für eine optimale Umsetzung der Energiesparinvestitionen und den optimalen Einsatz der Heizungsanlagen ließen sich bei der Kreditvariante des KfW-CO_2-Gebäudesanierungsprogramms erzielen, wenn der in einigen Fördermodellen eingeräumte Tilgungszuschuss nicht nach Maßgabe ex-ante berechneter Energieeinsparungen, sondern anhand tatsächlich messbarer Erfolge zur Anwendung käme.

Im Hinblick auf die positive Entwicklung bei Passivhäusern, die Profitabilität der Einsparung und den raschen technischen Fortschritt etwa in der Dämmtechnik oder bei Wärmepumpen empfiehlt der SRU bis 2015 den Passivhausstandard für Neubauten vorzusehen. Ein ähnlicher Vorschlag findet sich auch im Effizienzprogramm der Europäischen Kommission. Deutschland hat bei Passiv- und Niedrigenergiehäusern eine ausbaufähige Führungsposition in Europa erlangt.

3.4.5 Schlüsselbereich Energie verbrauchende Geräte

147. 2003 entfielen auf private Haushalte 55 % und auf den Sektor GHD 34 % der Stromanwendungen auf sogenannte weiße (Haushaltsgeräte und kommerziell genutzte Kühlmöbel) und braune Ware (Unterhaltungselektronik) sowie auf den schnell wachsenden Bereich der Informations- und Telekommunikationstechnologien. Ein rapide steigender Stromverbrauch für weiße und braune Ware ist in fast allen Industrieländern zu beobachten, wobei insbesondere der steigende Anteil des Stromverbrauchs von brauner Ware und stand-by-Verlusten hervorzuheben ist. Wirtschaftliche Sparpotenziale können hier vor allem durch eine höhere Marktdurchdringung mit Geräten mit höherer Energieeffizienz sowie geringeren stand-by-Verlusten erschlossen werden (LECHTENBÖHMER et al. 2001; BARTHEL et al. 2006; DUSCHA et al. 2006; IEA 2003, S. 30).

148. Produktbezogene Maßnahmen der Energieeinsparpolitik sind, im Gegensatz zu einer politischen Tendenzsteuerung über die Preise, eine Form der Detailsteuerung die zusätzlich spezifische Einsparpotenziale bei energieintensiven Produkten angeht. Solche Maßnahmen sind vereinzelt schon in den 1970er-Jahren in verschiedenen OECD-Ländern ergriffen worden, wobei Verbrauchskennzeichnungen im Vordergrund standen. Der Stromverbrauch bei Waschmaschinen ist beispielsweise seit 1970 kontinuierlich um mehr als die Hälfte verringert worden. Seit den 1990er-Jahren ist auch die EU auf diesem Gebiet mit vorwiegend „weichen“ Instrumenten der Verbrauchskennzeichnung und der freiwilligen Vereinbarungen aktiv.

Nennenswerte Wirkungen auf den gesamten Endenergieverbrauch wurden auf diese Weise bisher allerdings nicht erzielt. Dies hat – auch im Zeichen hoher Energiepreise und verschärfter Anforderungen an den Klimaschutz – eine Tendenz hin zu verbindlichen Effizienzstandards gefördert. Derzeit haben annähernd 80 Länder Mindestverbrauchsstandards (Minimum Energy Performance Standards, MEPS) für einzelne Elektrogeräte eingeführt oder beabsichtigen dies zu tun (STEENBLIK et al. 2006). Vor allem die japanische Effizienzstrategie bei energieverbrauchenden Produkten hat hier nach 1998 eine gewisse Regulationsdynamik ausgelöst, die im Zeichen hoher Energiepreise zusätzliche Bedeutung erhielt. Die europäische Richtlinie 2005/32/EG vom 6. Juli 2005 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energiebetriebener Produkte (sogenannte Eco-Design- oder EuP-Richtlinie) wurde von ihr ebenso beeinflusst wie die neue Produktpolitik in China.

Das 1999 beschlossene japanische Top-Runner-Programm ist eine anspruchsvolle Form des sogenannten technology forcing, bei der das Tempo des technischen Fortschritts gezielt erhöht und der jeweils energieeffizientesten Technik eine vollständige Marktdurchdringung garantiert wird (JÄNICKE und JAKOB 2006). Zugleich

wird dieser Ansatz auf ein so breites Spektrum energieverbrauchender Produkte angewandt (vom Computer bis zum Kleinbus), dass mit Wirkungen auf den Energieendverbrauch des Landes gerechnet werden kann. Für 21 Produkte wird der am Markt befindliche Spitzenreiter (Top Runner) der Energieeffizienz Maßstab für einen zeitversetzt in Kraft tretenden verbindlichen Effizienzstandard. Im Vorfeld der Verbindlichkeit eines Top-Runner-Standards wird bereits für künftige Innovationen ein weiches Anreizsystem geschaffen (Verleihung von Preisen für weiter gehende Neuerungen). Zugleich gibt es eine Reihe unterstützender Regelungen: die auf Top-Runner-Produkte festgelegte öffentliche Beschaffung (japanisches Beschaffungsgesetz von 2001), Wettbewerbsanreize für den Einzelhandel, Verbrauchskennzeichnungen oder eine umweltbezogene Automobilsteuer. In Befragungen sahen die meisten Unternehmen für sich einen internationalen Wettbewerbsvorteil durch das Programm (SEPA 2005; ECCJ 2006). Die bisher erzielten Effizienzsteigerungen waren teils überraschend (s. Kap. 2, Tab. 2-3).

149. Die vom Japanischen Ansatz beeinflusste EuP-Richtlinie ist Teil der Effizienzstrategie der Europäischen Kommission (s. Tab. 3-9). Inzwischen ist sie für 19 Produkte konkretisiert worden. An dieser Richtlinie ist hervorhebenswert, dass sie – anders als das Top-Runner-Programm – die Lebenszyklusbetrachtung einführt und grundsätzlich auch auf andere Umwelteffekte der Produkte bezieht. Die EU folgt hierbei auch den Vorgaben der UN-Ebene für eine nachhaltige Gestaltung von Produktion und Konsumption (UNDSD 2002). Bei der Festlegung von Effizienzstandards sollen auch Prototypen und effiziente Produkte ausländischer Anbieter berücksichtigt werden. Vorgesehen ist ein dynamisches System der Produktkennzeichnung. Anders als in Japan ist die öffentliche Beschaffung bisher nicht auf Öko-Design-Produkte festgelegt.

Tabelle 3-9

Top-Runner- und EuP-Standard

	Top-Runner-Standard	EuP-Standard
Regulierte Produkte	21 (PKW inclusive)	14+6 (ohne PKW)
Integrierter Ansatz?	Nein (Energieeffizienz)	Ja, IPP
Life cycle costs (LCC)	Nein	Ja
Preismechanismus („hybride“ Instrumentierung)	Schwach	Mittelstark (EH, Öko-Steuern)
Striktheit	Hoch	Noch offen
Effektivität	Teils sehr hoch (> 90%)	Offen
Innovationswirkung	Stark, technol. Forcing	Offen
Wettbewerbsfähigkeit	Hoch	Offen
Politikprozess	Hohes Tempo	Bisher langsam
Beteiligte Akteure	Begrenzte Anzahl	Komplexe Konstellation
Transaktionskosten	Mittel	Vermutlich höher

SRU/UG 2008/Tab. 3-9

Bewertung

150. Eine produktbezogene Energieeffizienzstrategie kann nur als Detailsteuerung im Rahmen einer umfassenderen Tendenzsteuerung verstanden werden, die insbesondere die ökonomischen Anreizsysteme betrifft. Sinnvollerweise werden beide Ansätze im Policy-Mix kombiniert. Preissignale sind unerlässlich aber allein oft nicht massiv genug oder durch informationelle und andere Restriktionen nicht deutlich genug wahrnehmbar (Tz. 120-122). Produktbezogene Maßnahmen der Energieeinsparung wiederum werden beispielsweise ohne entsprechende Preissignale leicht durch rebound effects neutralisiert. Dies ist besonders wichtig im Hinblick auf die Tatsache, dass Effizienzstandards üblicherweise nur für unterschiedliche Produktklassen festgelegt werden können. Einen Anreiz, die energieintensivere Produktklasse (Beispiel Sport Utility Vehicle – SUV) aufzugeben, bieten Effizienzstandards nicht. Sie bedürfen also der Ergänzung insbesondere durch ökonomische Anreize. Unabhängig davon ist jede produktbezogene Maßnahme zur Steigerung der Energieeffizienz klimapolitisch nur wirksam, wenn sie dynamisch verstanden wird, auf mehr als nur inkrementellen Innovationen beruht und nicht auf Nischenmärkte beschränkt bleibt (JÄNICKE 2008).

Eine solche, ergänzende produktbezogene Energieeinsparpolitik hat den spezifischen Vorteil, dass sie auf der Ebene des Produkt-Designs den Innovationswettbewerb um

öko-effizientere Produkte stimulieren kann. Dieser – auch regulative – Wettbewerb hat empirisch bereits eine erhebliche Bedeutung erlangt. Ein politischer Vorteil ist, dass staatliche Maßnahmen sich hier auf konkrete Anbieterinteressen stützen können, die zunehmend auch ihrerseits auf politische Initiativen drängen. Staatliche Beschaffungsregeln können (wie in Japan) zur Marktdurchdringung öko-effizienter Innovationen beitragen.

Zur besseren Wahrnehmung der Preissignale ist zudem eine verbesserte, dynamische Produktkennzeichnung unerlässlich, um einen Wettbewerb um energieeffiziente Produkte anzuregen. Die derzeitige Kennzeichnung ist statisch und hat nur einen geringen Informationsgehalt. Die Einteilung der Energieeffizienzklassen stammt noch aus den 1990er-Jahren und es fehlen Kennzahlen, anhand derer der Kunde die eingesparten Energiekosten gegenüber einer schlechteren Effizienzklasse überschlagen kann (EEAC 2007, S. 5 f.; MATSCHOSS 2007, S. 11 f.). Die im europäischen Aktionsplan Energieeffizienz angekündigte Revision im Zusammenspiel mit der EuP-Richtlinie ist daher zu begrüßen (Europäische Kommission 2006a, S. 11 f.).

Ein weiterer Vorzug einer produktbezogenen Energieeffizienzstrategie liegt in der Tatsache, dass nur wenige Produktgruppen das Gros der negativen Umwelteffekte repräsentieren. Lebensmittel, Häuser (einschließlich ihrer Geräteausstattung) und Straßenfahrzeuge stehen nach neueren Untersuchungen für 70 bis 80 % der negativen Umwelteffekte von Produkten in ihrem Lebenszyklus (vgl. Tz. 119) (TUKKER et al. 2006). Auch die Emissionen sind bei diesen drei Produktgruppen über den Lebenszyklus am höchsten. Sie sind zudem Bereiche, die ohnehin einer starken Regulierung unterworfen sind. Die Lebenszyklusbetrachtung solch prioritärer Produkte kann auch ein wesentlicher Anreiz dazu sein, die Energieproduktivität von Prozessen stärker ins Blickfeld zu rücken.

Neuere Untersuchungen der IEA ergeben, dass die üblicherweise erwarteten Steigerungen der Produktpreise nicht eintreten müssen, dass im Gegenteil ein normaler Trend zu Preissenkungen oft auch bei effizienteren Produkten fortgesetzt wird (ELLIS 2007).

Ein grundsätzliches Problem bleibt die Interessenlage der Energieversorger, die Markteinbußen durch Effizienzmaßnahmen nach Möglichkeit kompensieren, der Einsparpolitik also entgegen wirken werden. Die Änderung dieser Interessenlage und die Schaffung profitabler Rahmenbedingungen für den Verkauf von sogenannten Negawatt, das heißt von Einheiten gesparter Energie, erfordern grundlegende Änderungen (Tz. 121 f.).

Empfehlungen

151. Produktbezogene Verbesserungen der Energieeffizienz, die spezifische Einsparpotenziale erschließen, sind sinnvoll, wenn sie sich, wie von der Europäischen Kommission angestrebt, auf Geräte mit besonders hohem und besonders profitablem Einsparpotenzial konzentrieren. Zur Eindämmung des rebound effect (Tz. 109) müssen die Standards zum einen hinreichend streng sein (Tz. 66-68, 83). Zum anderen muss eine produktbezogene Effizienzstrategie immer durch eine Tendenzsteuerung über die Energiepreise flankiert werden.

Die EuP-Richtlinie geht über den anspruchsvollen japanischen Top-Runner-Ansatz hinaus, indem sie Umweltbelange einbezieht (Integrated Product Policy – IPP) und grundsätzlich die Kosten über alle Produktionsstufen berücksichtigt (life cycle costs – LCC). In diesem hohen Anspruch liegt aber auch die Schwierigkeit des Verfahrens, das sehr langwierig ist und zudem auch auf weniger anspruchsvolle Effizienzstandards hinauszulaufen droht. Daher ist zumindest bei der ersten Standardsetzung – in einem dynamischen Verfahren – eine Fokussierung auf die Energieeffizienz im Interesse der Verfahrensbeschleunigung anzuraten. Weitere Kriterien im Sinne der integrierten Produktpolitik können dann Schritt für Schritt in späteren Standardisierungsstufen einbezogen werden. Dynamische Label zu den Lebenszykluskosten energieintensiver Produkte sollten vorrangig entwickelt werden.

3.4.6 Schlüsselbereich Kraftfahrzeuge

3.4.6.1 Die Veränderung des CO_2-Ausstosses von Personenkraftwagen

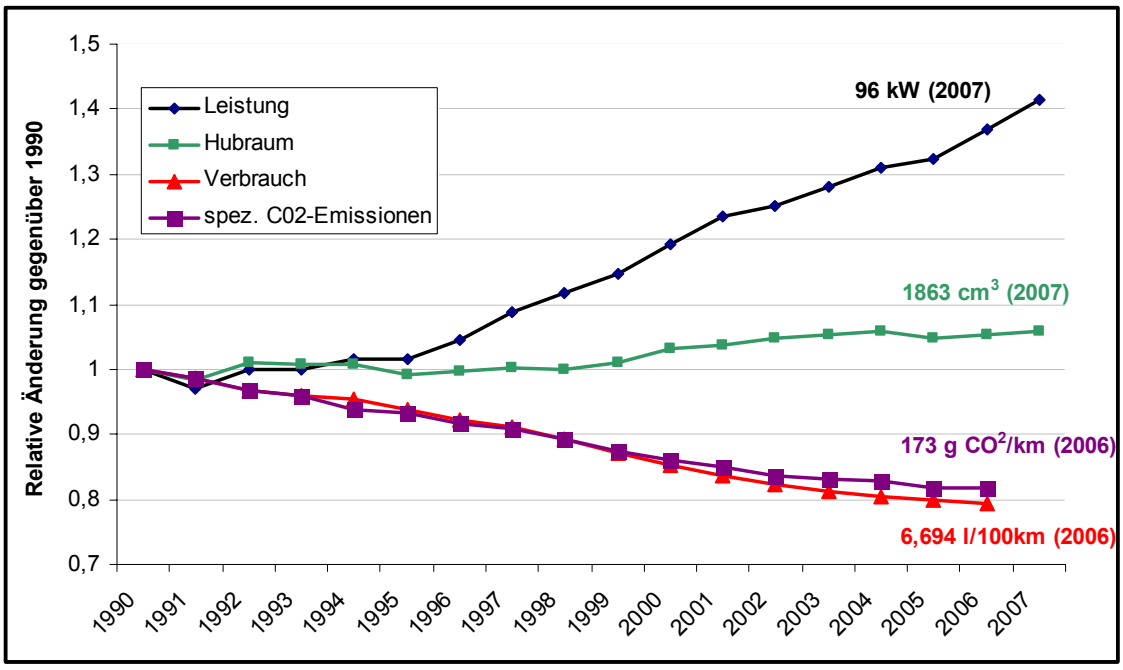
152. Die Energieeffizienz von PKW hat in den letzten Jahren nur in geringem Maße zugenommen. Betrachtet man die Steigerung der Energieeffizienz anhand der mit dem Kraftstoffverbrauch direkt korrelierten Entwicklung der CO_2-Emissionen, zeigt sich für die letzten Jahre folgendes Bild: In Deutschland ist der durchschnittliche CO_2-Ausstoß der Neuwagenflotte von 194,3 g CO_2/km im Jahr 1995 auf 173 g CO_2/km im Jahr 2006 und nach jüngsten Angaben des Verbandes der Automobilindustrie (VDA) auf circa 170 g CO_2/km im Jahre 2007 gesunken (Europäische Kommission 2002; KBA 2006; Pressemitteilung VDA, 6. Februar 2008). Der durchschnittliche CO_2-Ausstoß der Neuwagenflotte fiel allerdings seit dem Jahr 2001 nur unwesentlich um 3 g CO_2/km. Auf europäischer Ebene (EU-15) sank der durchschnittliche CO_2-Ausstoß der Neuwagenflotte kontinuierlich um 12,4 % von 186 g CO_2/km im Jahr 1995 auf 160 g CO_2/km im Jahr 2006 (Europäische Kommission 2006e; T & E 2007, S. 5). Damit ist spätestens seit 2006 offensichtlich, dass der Zielwert der Selbstverpflichtung der Europäischen Automobilindustrie, bis zum Jahr 2008 einen

Durchschnittsflottenverbrauch von 140 g CO_2/km zu erreichen, verfehlt wird. Die Selbstverpflichtung ist damit als Instrument ohne Sanktionsgewalt gescheitert.

153. Der wichtigste Grund für die geringe Verbrauchsreduzierung ist die Zunahme des Gewichtes, der Leistung und des Hubraums. Während die Gewichtszunahme mit Sicherheitsaspekten in Verbindung steht, folgt die enorme Leistungssteigerung keiner technischen Notwendigkeit. Im Jahr 2006 lag die durchschnittliche Leistung der Neuwagenflotte europaweit bei 84 KW, in Deutschland sogar bei 93 KW. Dies entspricht einer Steigerung gegenüber 1995 um 17 % in Deutschland und 27 % in Europa (Europäische Kommission 2006f, S. 12). Damit werden die technisch möglichen Effizienzsteigerungen nur zum Teil für die Verbrauchsminderung ausgeschöpft, anderenteils durch Zunahme von Gewicht und Leistung kompensiert.

Abbildung 3-4

Kompensation höherer Energieeffizienz durch verbrauchssteigernde Entwicklungen im PKW-Design in der EU (1995 bis 2007)



SRU/UG 2008/Abb. 3-4; Datenquelle: Europäische Kommission 2006f, S. 12; ACEA 2008; BMU o. J.

3.4.6.2 Europäische Ziele der CO_2-Reduktion

154. Im Juni 2006 bestätigte der Rat der Europäischen Union das bereits in den 1990er-Jahren von verschiedenen Automobilherstellerverbänden festgesetzte Ziel, dass die durchschnittliche Neufahrzeugflotte CO_2-Emissionswerte von 140 g CO_2/km bis 2008 (European Automobile Manufacturers Association – ACEA) bzw. 2009 (Japan Automobile Manufacturers Association – JAMA; Korea Automobile Manufacturers Association – KAMA) sowie von 120 g CO_2/km bis 2012 erreichen soll (Rat der

Europäischen Union 2006). In einer Mitteilung im Februar 2007 kündigte die Europäische Kommission an, anstelle der Selbstverpflichtung eine rechtliche Lösung vorzuschlagen, dafür aber das Zielniveau faktisch zu senken. Nur noch durchschnittlich 130 g CO_2/km sollen neu verkaufte Fahrzeuge durch verbesserte Fahrzeugmotortechnologie einhalten, während eine weitere Verringerung von 10 g CO_2/km oder deren Äquivalent durch andere technische Verbesserungen und einem erhöhten Einsatz von Biokraftstoffen erbracht werden soll (Europäische Kommission 2007e; 2007c). Ein internationaler Vergleich der Standards zur CO_2-Begrenzung von Kraftfahrzeugen kommt zum Ergebnis, dass hierdurch die EU ihre internationale Führungsrolle nach 2012 an Japan zu verlieren droht, das bis 2015 das 120 g-Ziel durch fahrzeugbezogene Standards erreichen will (ICCT 2007).

Die gerade im Hinblick auf die mittelfristige Innovationsdynamik wichtige Ankündigung weiterer Zielhorizonte bis 2020 unterließ die Europäische Kommission. Das Europäische Parlament hat in einem Bericht ein Ziel von 95 g CO_2/km bis 2020 und mittelfristig bis 80 g CO_2/km angeregt (DAVIES 2007). Der SRU hat bereits vor drei Jahren die technische Realisierbarkeit eines Flottendurchschnittsverbrauchs von 100 g CO_2/km bis 2012 begründet (SRU 2005b, Tz. 299 ff.). Mittelklassewagen mit einem Verbrauch deutlich unter 100 g CO_2/km sind bereits auf dem Markt oder in Entwicklung. Im Hinblick auf erwartbar hohe Ölpreise werden auch die Spielräume für Kunden steigen, deutlich steigende Fahrzeugpreise durch Kraftstoffkostenersparnisse zu kompensieren. Es bestehen damit auch ökonomisch vertretbare Potenziale einer weiteren Effizienzsteigerung.

3.4.6.3 Lösungsansätze zur Zielerreichung

155. Im Vorfeld des im Dezember 2007 vorgelegten Kommissionsvorschlages wurden alternative Instrumente zur Zielerreichung diskutiert (Europäische Kommission 2007 f.; SMOKERS et al. 2006; Europäische Kommission 2007a). Der Kommissionsvorschlag für eine Verordnung zur CO_2-Verminderung für PKW soll vor dem Hintergrund dieser Debatte bewertet werden. Grundsätzlich kommen als Instrumente

- ein Grenzwert gegebenenfalls mit Strafzahlung bei Überschreitung,
- eine Abgabenlösung oder
- die Einführung eines Emissionshandelsystems

in Frage. Vielfach werden auch Kombinationsmodelle vorgeschlagen.

Grenzwert mit/ohne Strafzahlung

156. Die Festlegung eines einheitlichen Grenzwertes (g CO_2/km), den jedes neu zugelassene Fahrzeug 2012 einhalten muss, ist eines der schärfsten Instrumente zur Reduktion des Spritverbrauchs. Bei diesem Instrument wird in Kauf genommen, dass Fahrzeuge, die den Grenzwert nicht erreichen, keine Zulassung erhalten. Gegenüber dieser konfliktträchtigen Einheitslösung ist die mildere Variante einer Koppelung des Grenzwertes an eine Grenzwertkurve möglich. Statt eines Marktausschlusses wird die Einhaltung des Grenzwertes mit einer (hinreichend hohen) Strafgebühr bewirkt. Eine Grenzwertkurve bringt den CO_2-Ausstoß eines Fahrzeugs mit weiteren Fahrzeugeigenschaften (z. B. Spurbreite mal Radstand, Gewicht, Hubraum) in Verbindung und erlaubt einem größeren oder schwereren PKW einen höheren CO_2-Ausstoß.

Eine Grenzwertkurve entlastet die Hersteller schwerer und leistungsstarker Fahrzeuge. Damit sind Nachteile verbunden, insbesondere wenn hierdurch der Anreiz unterlaufen wird, Einsparungen durch eine insgesamt leichtere und geringer motorisierte Fahrzeugflotte zu erzielen. Gerade bei einer gewichtsbezogenen Grenzwertkurve werden Anreize zum sogenannten downsizing der Fahrzeugflotte unterlaufen. Die Koppelung des CO_2-Ausstoßes an andere Fahrzeugeigenschaften verhindert, dass das technische Potenzial zur CO_2-Minderung vollständig zur Entfaltung kommt. Ökonomisch nachteilig ist, dass bei verbrauchs- und emissionsintensiven Fahrzeugen die CO_2-Reduktion billiger ist als bei Kleinfahrzeugen. In einem Gutachten im Auftrag der Europäischen Kommission werden mit der Industrie abgestimmte Kostenschätzungen CO_2-mindernder Technologien aufgeführt (ZIEROCK et al. 2007; TNO et al. 2006). Die CO_2-Vermeidungskosten liegen für Dieselfahrzeuge deutlich höher als für Benziner. Außerdem ist die CO_2-Reduktion bei kleinen Fahrzeugen grundsätzlich teurer als bei großen. Die nachfolgende Tabelle verdeutlicht diese Zusammenhänge.

Tabelle 3-10

Erhöhung der Herstellungskosten in Euro pro Fahrzeug durch eine Reduktion von 30 g CO_2/km, ermittelt aus den TNO-Kostenkurven

Erhöhung der Herstellungskosten in Euro pro Fahrzeug					
Benzin			Diesel		
Small	Medium	Large	Small	Medium	Large
759	590	463	1494	987	582
SRU/UG 2008/Tab. 3-10; Datenquelle: ZIEROCK et al. 2007, S. 16, TNO et al. 2006					

Diese Zahlen legen nahe, dass eine Begünstigung großer oder schwerer Fahrzeuge durch die Einführung einer gewichts- oder größenabhängigen Grenzwertkurve die volkswirtschaftlichen Kosten deutlich erhöht. Die Einführung einer Grenzwertkurve kann zudem die Einhaltung des durchschnittlichen Grenzwertes (130 g CO_2/km) über die gesamte Fahrzeugflotte nur mit prohibitiv hohen Strafzahlungen für eine Überschreitung sicherstellen, die wesentlich über den Vermeidungskosten liegen. Diese Probleme lassen sich durch herstellerinterne und herstellerübergreifende Kompensationslösungen abmildern, nicht aber lösen.

Einführung einer Abgabenlösung

157. Eine Abgabenlösung kann beim Fahrzeughersteller wie beim Fahrzeughalter ansetzen. Auf der Ebene der Fahrzeughersteller kann eine Abgabe erhoben werden, wenn ein zuvor festgelegter Grenzwert oder Referenzwert überschritten wird. Dieses Instrument ähnelt sehr dem zuvor vorgestellten Instrument des Grenzwertes mit Strafzahlung. Sind die Parameter des Grenzwertes, der Abgaben- bzw. Strafhöhe identisch, unterscheiden sich die Instrumentenansätze in ihren Wirkungsweisen nicht voneinander. Der Ansatz der Strafzahlung muss die Strafe jedoch tendenziell so hoch setzen, dass ein normverletzendes Handeln unterbleibt. Der Ansatz des Grenzwertes mit Abgabenzahlung ist hier flexibler.

Die Abgabenlösung schafft nur dann Innovationsanreize unterhalb der Grenzwertkurve, wenn eine herstellerinterne Verrechnung ermöglicht wird, also ein Hersteller den Anreiz zum Bau sehr effizienter Fahrzeuge erhält, um den Verkauf seiner verbrauchsstarken Fahrzeuge zu kompensieren. Eine weitere Verstärkung von Innovationsanreizen sowie einer kostenmindernden Zielerfüllung könnte erreicht werden, wenn eine Verrechnung zwischen den Herstellern zugelassen wird. Diese Flexibilisierung kommt dem Instrument des Emissionshandelsmodells auf Fahrzeugherstellerebene sehr nahe (s. Tz. 158 f.). Dieses Instrument ist nur dann wirksam, wenn die Abgabe in ihrer Höhe einen deutlichen Anreiz zum Bau kraftstoffsparender Fahrzeugmodelle schafft.

Abgaben – beim Hersteller wie beim Käufer – garantieren nicht das Erreichen eines vorgegebenen durchschnittlichen Emissionszieles. Der zielkonforme Abgabensatz kann lediglich in einem langwierigen Trial- and Error-Verfahren ermittelt werden. Eine Modellierung einer Grenzwertkurve mit Abgabensatz, die insgesamt zu dem beabsichtigten Zielwert für die Fahrzeugflotte führt, wurde für das BMU durchgeführt (ZIEROCK et al. 2007). Sie ist aber in methodischer Hinsicht allenfalls eine plausible Annäherung an den angestrebten Zielwert, nicht aber an seine tatsächliche Erreichung.

Eine Abgabe für Fahrzeuge mit hohem CO_2-Ausstoß kann auch beim Fahrzeugkäufer angesiedelt sein. Eine solche Abgabe kann in Form der in manchen Mitgliedstaaten bereits eingeführten Zulassungssteuer oder einer jährlich zu entrichtenden CO_2-Steuer

(im Sinne der CO_2-basierten KFZ-Steuer) ausgestaltet sein. Eine Abgabe, deren Höhe sich am CO_2-Ausstoß orientiert, besitzt ein eigenständiges Lenkungspotenzial, das über die Lenkungswirkung reiner Verbrauchssteuern hinausgeht (vgl. SRU 2005b, Tz. 341 ff.). Problematisch ist hierbei allerdings, dass eine derartige Abgabe in den einzelnen Mitgliedstaaten erhoben wird und so eine EU-weite Lösung ausgeschlossen ist. Dabei ist zu befürchten, dass der auf europäischer Ebene festgelegte Zielwert von 130 g CO_2/km für die gesamte europäische Fahrzeugflotte schwerlich zu erreichen ist, wenn er summativ von den einzelnen Mitgliedstaaten mit unterschiedlichen Steuersätzen erreicht werden soll.

Einführung eines Emissionshandelssystems

158. Gegenüber der dargestellten Abgabenlösung hat der Emissionshandel den Vorzug, dass mit ihm das Erreichen eines zuvor festgelegten Grenzwertes garantiert wird. Die aufwendige und notwendige Anpassung der Abgabenhöhe als Preis für den CO_2-Ausstoß erledigt im Emissionshandelsmodell der Markt. Der zeitraubende Prozess einer Nachjustierung der Abgabensätze wird so vermieden, der Fokus politischer Anstrengungen liegt nun bei der anspruchsvollen Zielvorgabe. Zu unterscheiden ist zwischen einem Emissionshandel mit absoluter und mit relativer Emissionsbegrenzung.

Als weitestgehende Variante eines Handels mit absoluten Emissionsbegrenzungen (cap) kann der vom SRU befürwortete Emissionshandel auf der ersten Handelsstufe angesehen werden (s. Abschn. 3.5.5). Da dessen Realisierung kurzfristig fraglich erschien, hatte der SRU (2005b, Tz. 324 ff.) als Alternative ein Emissionshandelsmodell auf Herstellerebene vorgeschlagen, das den einzelnen Herstellern ein CO_2-Gesamtbudget zuteilt. Dieses ergibt sich aus der Multiplikation des vorgegebenen spezifischen Emissionsgrenzwertes mit der geschätzten Gesamtfahrleistung der verkauften Neufahrzeuge. Eine Verknüpfung mit dem bereits eingeführten Emissionshandelsmodell, das bislang nur die stationären Großemittenten umfasst, wäre dann technisch möglich. Die Verkoppelung hätte die CO_2-Vermeidungskosten für die Kraftfahrzeughersteller an diejenigen der Industrie angeglichen, mit der Folge, dass ein Großteil der geforderten Vermeidungsleistung physisch außerhalb des Verkehrssektors erfolgt wäre, weil sie dort günstiger zu erbringen ist. Die Europäische Kommission ist vom Instrument eines solchen offenen Emissionshandels weitgehend abgerückt, weil sie erstens rechtstechnisch frühestens ab 2013 mit der nächsten Verpflichtungsperiode realisierbar sei. Zweitens stieß die zu erwartende Entlastung der Automobilhersteller von eigenen Innovationsanstrengungen zur Senkung des Kraftstoffverbrauchs auf Bedenken im Hinblick auf das Ziel der Energieversorgungssicherheit (vgl. Tz. 111 f.).

159. In jüngster Zeit wurde ein Emissionshandelsmodell vorgestellt (DUDENHÖFER 2007), das die Einhaltung eines relativen Emissionswertes, gemessen in g CO_2/km, verfolgt. Jeder Automobilhersteller muss den Zielwert von durchschnittlich beispielsweise 130 g CO_2/km über seine verkaufte Neuwagenflotte einhalten. Unterschreitet ein Hersteller den Flottenemissionsstandard, erhält er in entsprechendem Umfang Emissionsrechte zugeteilt, bei Überschreitung muss er Emissionsrechte entsprechend erwerben. Eine Strafe droht demjenigen Hersteller, der den Zielwert trotz Zukaufs von Emissionsrechten nicht einhalten kann. Durch die Überwälzung der Kosten der Emissionsrechte werden verbrauchsarme Fahrzeuge billiger und verbrauchintensive Fahrzeuge teurer (DUDENHÖFER 2007). Dieses Modell verspricht die effizienteste Verwirklichung eines sektoralen Flottenverbrauchszieles für PKW, was durch die Folgenabschätzung der Europäischen Kommission bestätigt wird. Aus Tabelle 3-11 ist ersichtlich, dass ein einheitlicher Grenzwert mit Emissionshandel die geringsten Grenzvermeidungskosten und somit die geringsten gesamtwirtschaftlichen Kosten (auf Basis von Netto-Gegenwartswerten (Net Present Value – NPV)) aufweist.

Tabelle 3-11

Kosten verschiedener Optionen zur CO_2-Reduktion von Personenkraftwagen

	Kosten-effektivität (€/t CO2	Gesamtwirtschaft-liche Kosten 2006-2020, (Netto-Gegenwartswert, Mio €)	THG-Vermeidung 2006-2020 (Mt)	€/t CO2
Option 1	Einheitlicher Grenzwert mit Handel	9746	-624	15,6
Option 2	40 % Steigung – Bodenfläche	22159	-638	34,7
	80 % Steigung – Bodenfläche	21008	-634	33,1
	40 % Steigung – Masse	21674	-638	34,0
	80 % Steigung – Masse	20523	-634	32,4
Option 3	%-Reduktion pro Hersteller	17922	-626	28,6
Quelle: Europäische Kommission 2007a, S. 35				

Bedenken hinsichtlich der eingeschränkten Funktionsweise des Emissionshandels aufgrund der oligopolistischen Akteursstruktur (Europäische Kommission 2007a, S. 39) teilt der SRU nicht. In den Verbänden ACEA, JAMA und KAMA sind insgesamt über 20 Automobilhersteller organisiert, die als Nachfolger der Selbstverpflichtung an dem Emissionshandelssystem beteiligt wären. Hinzu kommen weitere, nicht in den genannten Verbänden organisierte Hersteller.

Der Automobilindustrie ist es erfolgreich gelungen, dieses Modell als eine Wettbewerbsverzerrung zu diskreditieren. So meinen selbst Gutachter für das BMU sowie eine Folgenabschätzung der Europäischen Kommission bereits Wettbewerbsverzerrungen zu erkennen, wenn Zahlungen zwischen Wettbewerbern erforderlich werden (ZIEROCK et al. 2007, S. 9 f.; Europäische Kommission 2007a, S. 37). Diese Sichtweise ist unzutreffend, da ihr das gleiche falsche Wettbewerbsverständnis wie in der Diskussion um den Europäischen Emissionshandel zu Grunde liegt, wonach zum Beispiel die Kohleverstromung „zu schützen“ sei. Hier wird nicht der Wettbewerb geschützt, sondern es wird ein Schutz vor Wettbewerb unter Klimaschutzzielen verfolgt. Grundsätzlich liegt nur dann eine Wettbewerbsverzerrung vor, wenn Fahrzeuge mit gleichen Eigenschaften (wie beispielsweise CO_2-Ausstoß pro Kilometer) unterschiedlicher Hersteller unterschiedlich behandelt würden. Dies ist jedoch beim Emissionshandel nicht der Fall (vgl. Tz. 170). Die industriepolitische Forderung nach „Wettbewerbsneutralität“ dient dem Schutz eines Industriesegments vor klimapolitischen Anforderungen, bremst den Strukturwandel in Richtung kleinerer, leichterer und effizienter Fahrzeuge und verteuert damit unnötig das Erreichen des politisch beschlossenen Flottenverbrauchszieles.

Flankierende Maßnahmen

160. Jede Art von Produktstandard sollte – im Sinne einer innovationsorientierten Strategie – durch flankierende Instrumente begleitet werden, die insbesondere auf die Verhinderung eines rebound effect abzielen (vgl. Tz. 109). Zu denken ist hierbei an Anpassung der Öko-Steuer an die durchschnittlichen Effizienzgewinne bei den Fahrzeugen oder an den vom SRU langfristig angestrebten Emissionshandel auf der ersten Handelsstufe, der selbst bei hohen Zertifikatpreisen nur zu einem mäßigen Anstieg der Kraftstoffpreise führen würde (SRU 2005b, Tz. 324 ff.).

Darüber hinaus sind klimaschädliche Anreize im deutschen Steuersystem zu korrigieren, die zu einer Übermotorisierung der Kraftfahrzeugflotte in Deutschland beigetragen haben. Ein Großteil der neu zugelassenen PKW sind Dienstwagen, die von Steuerabschreibungen profitieren, die proportional zu den Anschaffungskosten liegen. Hierdurch wird systematisch eine Fahrzeugflotte begünstigt, deren Gewicht und Motorisierungsgrad – und damit der Preis – über einem unverzerrten

Marktgleichgewicht liegen. Die diskutierte Korrektur dieses Missstandes ist im Klimaprogramm der Bundesregierung zurückgestellt worden (Tz. 105). Dies ist ebenso bedauerlich wie die hartnäckige Ablehnung des in Europa geltenden Tempolimits auf Autobahnen, das zwar (ohne eine verschärfte Geschwindigkeitskontrolle) eine vergleichsweise geringe unmittelbare Emissionsverringerung ergibt, in seinem Signaleffekt für die Autoindustrie aber nicht zu unterschätzen ist.

3.4.6.4 Der Vorschlag der Europäischen Kommission

161. Die Europäische Kommission hat im Dezember 2007 einen Gesetzentwurf mit der instrumentellen Ausgestaltung zur Erreichung des 130 g-Zieles sowie die bereits erwähnte Folgenabschätzung vorgestellt (Europäische Kommission 2007f; 2007a). Der Vorschlag besteht aus einer

- gewichtsabhängigen Grenzwertkurve,
- einer im Zeitablauf stark steigenden Strafe für die Grenzwertüberschreitungen und
- Flexibilisierungen durch die Möglichkeiten der herstellerinternen und herstellerübergreifenden Kompensation.

Jeder Hersteller hat einen Flottenverbrauch zu erreichen, der sich aus der Summe der gewichtsbezogenen Grenzwerte aller neu zugelassenen Fahrzeuge errechnet. Die zugrunde liegende Grenzwertkurve ist gewichtsbezogen. Ein über dem derzeitigen Fahrzeuggewichtsdurchschnitt der Europäischen Flotte liegendes Kilogramm lässt den Grenzwert um 0,457 g CO_2/km über den Durchschnittswert von 130 g CO_2/km ansteigen. Ein 1 t schweres Fahrzeug muss demnach einen Grenzwert von 117 g CO_2/km einhalten, ein 2 t schweres Fahrzeug 162,5 g CO_2/km. Somit werden allen Fahrzeugen Minderungsleistungen abverlangt. Die vorgeschlagene Steigung der Grenzwertkurve hat mittlerweile zu einem Verteilungskonflikt geführt. Die Bundesregierung sieht mit der aus ihrer Sicht zu flachen Kurve die schweren sogenannten Premiumfahrzeuge diskriminiert, Frankreich und Italien kritisieren hingegen die mit der aus ihrer Sicht zu steilen Kurve verbundene Schonung schwerer Fahrzeuge auf Kosten der Klein- und Mittelklassewagen.

Wird die Grenzwertkurve nicht eingehalten, sind Strafen vorgesehen. Im Jahr 2012 liegt die Strafe bei 20 Euro pro Fahrzeug für jedes Gramm CO_2 über der vorgegebenen Grenzwertkurve. Im Jahr 2013 steigt die Strafe auf 35 Euro, bis sie im Jahr 2015 die Höhe von 95 Euro erreicht. Die Strafzahlungen in Höhe von 20 Euro für das Jahr 2012 für jedes zusätzliche Gramm CO_2 schafft nur einen geringen Anreiz zur Einhaltung des Grenzwertes, da die zusätzlichen Kosten zur Emissionsreduktion in ähnlicher Höhe der Strafzahlungen liegen. Insofern ist erst für die Jahre 2014 und 2015 mit Einhaltung der

vorgegebenen Grenzwerte und tatsächlichen Emissionsreduktionen zu rechnen. Der effektive Vollzug des 130 g-Zieles ist damit um zwei Jahre hinausgeschoben worden.

Eine herstellerinterne Kompensation ist möglich, so dass für die Bemessung einer Strafe nur der durchschnittliche Flottenverbrauch herangezogen wird. Art. 5 des Kommissionsvorschlags ermöglicht auch eine Poollösung zwischen verschiedenen Herstellern. Diese können sich zusammenschließen und gemeinsam wie ein Hersteller veranschlagt werden. Sie sind dabei an das EG-Wettbewerbsrecht gebunden. Sie haben sicherzustellen, dass die Beteiligung am Pool „offen, transpartent und diskriminierungsfrei […] unter wirtschaftlich angemessenen Bedingungen“ erfolgt. Dank dieser Poollösung können Produzenten sehr verbrauchsstarker Fahrzeuge die Strafzahlungen dadurch vermeiden, dass sie mit Herstellern einer sehr effizienten Flotte kooperieren. Hierdurch können auch Anreize entstehen, die Fahrzeuginnovation weit unter die Grenzwertkurve voranzutreiben. Allerdings sollten die Anforderungen an die Ausgestaltung der Poollösungen auf europarechtlicher Ebene näher konkretisiert werden, um Rechtsunsicherheiten auf Seiten der Hersteller entgegenzuwirken.

Zusammenfassung

162. Der SRU bekräftigt seine Empfehlung für einen Emissionshandel auf der ersten Handelsstufe (vgl. Abschn. 3.5.5), durch den sektorübergreifend die effizientesten Vermeidungsoptionen für eine politisch gesetzte CO_2-Begrenzung identifiziert werden. Als Übergangsstrategie befürwortet er ein geschlossenes Emissionshandelssystem für PKW (Dudenhöfer-Modell), da hierdurch ein spezifisches Flottenverbrauchsziel treffsicher erreicht werden kann und die Flexibilität des Instruments eine kostenminimale Zielerreichung fördert. Die Anzahl der beteiligten Automobilhersteller ist hinreichend groß, sodass ein Versagen der Marktmechanismen aufgrund strategischen Verhaltens unplausibel erscheint. In beiden Handelssystemen regelt der Markt bzw. die Automobilhersteller selbst die Allokationsfrage, welche CO_2-Intensität die Fahrzeuge der verschiedenen Klassen besitzen, um über die gesamte PKW-Flotte den Durchschnittswert von 130 g CO_2/km zu erreichen. Eine Grenzwertkurve wie sie die Kommission vorschlägt, führt immer im Vorfeld unter den Akteuren zu Verteilungskämpfen, um die eigene Position zu verbessern. Diese Konfliktlinie zwischen Automobilherstellern von vornehmlich großmotorigen und kleinmotorigen Fahrzeugen führt aufgrund der nationalen Ansiedelung der Automobilhersteller dazu, dass die Konfliktlinien nunmehr auf der nationalen Ebene zwischen Deutschland und Italien bzw. Frankreich verlaufen. Eine schwierig auszuhandelnde Kompromisslösung führt zu Effizienzverlusten und unweigerlich zu Wettbewerbsverzerrungen. Zudem verursachen Grenzwerte oder Abgabenlösungen in den meisten Modellvarianten wesentlich höhere Vermeidungskosten. Der Zielwert sollte über 2012 hinaus weiter deutlich reduziert werden. Die vom Europäischen

Parlament vorgeschlagenen 95 g CO_2/km für 2020 können dabei als Obergrenze einer anzuvisierenden Spannbreite von 80 bis 95 g gesehen werden.

Der Vorschlag der Europäischen Kommission fällt hinter das selbst gesetzte politische Ziel von ursprünglich 120 g CO_2/km bis 2010 und die Anforderungen an eine solche effiziente Lösung zurück. Die von ihr vorgeschlagene gewichtsabhängige Grenzwertkurve mit Strafzahlungen und Flexibilisierung macht erhebliche Konzessionen an die Forderungen der Automobilindustrie – insbesondere der Deutschen. Die von der Kommission vorgesehene Poollösung ermöglicht den Herstellern die Vermeidung von Strafzahlungen durch Kompensationsgeschäfte. Mit einem effektiven Vollzug des Grenzwertes ist erst ab dem Jahr 2014 zu rechnen. Die gewichtsabhängige Grenzwertkurve wird letztlich kosteneffiziente CO_2-Vermeidungsoptionen nicht voll ausschöpfen. Die bereits gemachten Konzessionen an die Automobilindustrie sind damit volkswirtschaftlich als teuer zu bewerten. Im Lichte der technischen Potenziale und der Notwendigkeit rasch wirkender Emissionsreduzierungen ist die Begünstigung KW-starker Fahrzeuge nicht akzeptabel.

Angesichts der bereits geleisteten Zugeständnisse der Europäischen Kommission ist der einhellige Protest der Automobilindustrie und der Bundesregierung sachlich nicht nachvollziehbar. Der Protest richtet sich vor allem gegen die hohen Strafzahlungen und die als zu flach erachtete Grenzwertkurve. Ohne hohe Strafzahlungen wäre aber das – im Übrigen von denselben Akteuren akzeptierte – ordnungsrechtliche Instrument wirkungslos. Strafzahlungen mit dem Emissionszertifikatpreis zu vergleichen ist ebenso irreführend, wie ihre Aufsummierung zu „Kosten“ unter der abwegigen Annahme, der Flottenverbrauch würde bis 2015 nicht sinken. Eine Öffnung der Debatte für einen Emissionshandel oder die vorgeschlagene Poollösung wäre für die Kostendämpfung sachdienlicher. Eine steilere Grenzwertkurve würde Anreize zum sogenannten downsizing der Fahrzeugflotte noch mehr vermindern. Zu bedenken ist demgegenüber, dass ein Strukturwandel in Richtung leichterer und leistungsschwächerer PKW auch mittelfristig die Entwicklungstrends bestimmen wird und bestimmen muss. Weltweit steigende Energiepreise und ein tendenziell stringenter werdender Klimaschutz zeichnen sich seit einigen Jahren ab und geben die Richtung der nächsten Jahre vor. Die deutsche Automobilindustrie hat sich diesen Entwicklungen lange Zeit verschlossen und die Zeit der Selbstverpflichtung zur Entwicklung und *Vermarktung* klimafreundlicher und sparsamer Autos verstreichen lassen. Der daraus erwachsende nunmehr erhöhte Anpassungsdruck ist Folge funktionierender Marktgesetze und verbietet daher einen wirtschaftpolitischen Eingriff.

3.4.7 Fazit

163. Der Steigerung der Energieeffizienz kommt nicht nur aus Gründen des Klimaschutzes eine besondere Bedeutung zu. Sie ist auch der Schlüssel zum sicheren Umgang mit steigenden und volatilen Energiepreisen. Die jährlichen Effizienzsteigerungen sind seit Anfang der 1990er-Jahre deutlich gesunken; das Erreichen der Klimaschutzziele erfordert hingegen eine Verdreifachung heutiger Raten. Davon – und nicht von der Revision des Atomausstiegs – wird der Erfolg der deutschen Klimapolitik abhängen. Der Kontext liberalisierter Energiemärkte erfordert querschnittsorientierte Maßnahmen zur Schaffung eines Wettbewerbs um Energieeffizienz, um einen entsprechenden Strukturwandel von der Energieversorgung zur Energiedienstleistung zu induzieren. Ein zentrales Element ist eine Tendenzsteuerung über CO_2- bzw. Energiepreise. Oft sind aber Preissignale allein durch informationelle und andere Restriktionen nicht deutlich genug wahrnehmbar, weshalb weitere Maßnahmen sinnvoll sind. Der Energieverbrauch konzentriert sich auf die Schlüsselbereiche Brennstoff- und Stromnutzung in Gebäuden, Stromnutzung für energieverbrauchende Geräte sowie Brennstoffnutzung im Straßenverkehr mit jeweils hohen, ungenutzten, wirtschaftlichen Effizienzpotenzialen. Der vorgelegte deutsche Aktionsplan Energieeffizienz legt zwar die richtigen Schwerpunkte, besteht aber fast zur Hälfte aus ohnehin bereits ergriffenen Maßnahmen (business-as-usual) und schöpft vorhandene Potenziale teilweise nicht aus.

Im Schlüsselbereich Gebäude liegen die wichtigsten Energiesparpotenziale in der Senkung des Wärmebedarfs im älteren Wohnungsbestand. Das mit der EnEV wichtigste Instrument des Ordnungsrechts hat aufgrund einer engen Auslegung des Wirtschaftlichkeitsgebotes nur wenig ambitionierte Standards und ignoriert die externen Kosten des Energieverbrauchs. Die anvisierte Verschärfung der Effizienzstandards ist daher sinnvoll, wenn sie auch hinter den indikativen Vorgaben der Europäischen Kommission zurückbleibt (Annäherung an den Passivhausstandard bis 2015). Die Spielräume sind im Mietrecht größer als im Ordnungsrecht, da Ersteres eine (allerdings auf 11 % der jährlichen Kaltmiete gedeckelte) Umlage von Modernisierungskosten auf die Kaltmiete zulässt. Förderprogramme können die Folgen markt- und regulierungsbedingter Investitionszurückhaltung kompensieren. Allerdings sollten im Rahmen der Förderpolitik stärkere Anreize zur Konzentration auf möglichst kosteneffiziente Instandsetzungs- und Modernisierungsmaßnahmen gesetzt werden. Weiterhin sind Mängel bei der Umsetzung von Energiesparmaßnahmen an der Tagesordnung und theoretische Einspareffekte werden aufgrund des heterogenen Nutzerverhaltens nicht immer realisiert. Daher sollte sich die Förderung stärker an tatsächlichen Energieeinsparungen orientieren. Mietrecht und Heizkostenverordnung sollten so umgestaltet werden, dass sowohl Mieter als auch Vermieter unmittelbar die wirtschaftlichen Konsequenzen steigender Energiepreise verspüren und adäquat

reagieren können. Hierzu ist die angekündigte Erhöhung des verbrauchsabhängigen Anteils an der Heizkostenabrechnung allerdings nicht ausreichend. Die Einführung des Energieausweises als Informationsinstrument leistet einen wichtigen Beitrag.

Im Schlüsselbereich der produktbezogenen Energieeffizienzstrategie ist die Standardsetzung das derzeit vorrangige Instrument. Die Standards müssen hinreichend streng sein, regelmäßig und rechtzeitig angepasst werden und die regulierten Produkte dürfen nicht auf Nischenmärkte beschränkt bleiben. Zur besseren Wahrnehmung der Preissignale ist zudem eine verbesserte, dynamisierte Produktkennzeichnung unerlässlich. Einen Anreiz, energieintensivere Produktklassen aufzugeben, bieten Effizienzstandards hingegen nicht. Deshalb ist eine Flankierung durch eine Tendenzsteuerung über die Energiepreise notwendig.

Im Schlüsselbereich Straßenverkehr ist die freiwillige Selbstverpflichtung als Instrument ohne Sanktionsgewalt gescheitert. Der nun vorgelegte Richtlinienentwurf der Europäischen Kommission gesteht schwereren Fahrzeugen höhere Emissionen zu (gewichtsabhängige Grenzwertkurve) und sieht für die zur Einhaltung der Grenzwerte erforderlichen und letztlich hinreichend hohen Strafzahlungen vor. Zur Kostensenkung ist eine Flexibilisierung durch Kompensationsmöglichkeiten sowohl herstellerintern als auch zwischen den Herstellern (Poollösung) vorgesehen. Der Vorschlag hat das Zielniveau faktisch abgesenkt. Die gewichtsabhängige Grenzwertkurve unterläuft Anreize zum so genannten downsizing der Fahrzeugflotte. Insgesamt macht der Vorschlag erhebliche Konzessionen vor allem an die deutsche Automobilindustrie – zu volkswirtschaftlich deutlich höheren Kosten. Der SRU empfiehlt stattdessen – als Übergangsstrategie zu einem Emissionshandel auf der ersten Handelsstufe – ein geschlossenes Emissionshandelssystem für PKW (Dudenhöfer-Modell) mit einem gewichts*un*abhängigen (d. h. einheitlichen) durchschnittlichen Emissionsgrenzwert von möglichst 120 g CO_2/km für die gesamte Neuwagenflotte aller Automobilhersteller bis 2012. Bis 2020 sollte der Zielwert innerhalb eines Korridors von 80-95 g CO_2/km weiter gesenkt werden. Der Emissionshandel würde Kosten senkend wirken, da der Grenzwert nicht von jedem Fahrzeug physisch eingehalten werden muss und Einsparpotenziale in allen Verbrauchsvarianten erschlossen werden. Der Automobilindustrie ist es im Einklang mit der Bundesregierung erfolgreich gelungen, den Emissionshandel als Wettbewerbsverzerrung zu diskreditieren. Die industriepolitische Forderung nach „Wettbewerbsneutralität“ dient hier eher dem Schutz eines Industriesegments *vor* Wettbewerb, der den Strukturwandel in Richtung kleinerer, leichterer und effizienter Fahrzeuge bremst und damit das Erreichen des politisch beschlossenen Flottenverbrauchszieles unnötig verteuert. Darüber hinaus sind die Anreize im deutschen Steuersystem zu korrigieren, die zu einer Übermotorisierung der Kraftfahrzeugflotte in Deutschland beigetragen haben

(Dienstwagenprivileg). Dies wurde im Klimaprogramm der Bundesregierung bedauerlicherweise zurückgestellt.

3.5 Emissionsreduktion durch Emissionshandel

3.5.1 Einleitung

164. Der Emissionshandel ist das wichtigste Instrument der europäischen und deutschen Klimapolitik. Der entscheidende Vorteil des Emissionshandels liegt in der Kombination der Vorteile von Ordnungsrecht und Ökosteuern: Einerseits wird ein verbindliches Emissionsbudget festgelegt, zum anderen hat die Schaffung eines Marktes, der die einzelwirtschaftliche Koordination regelt, dieselben Effizienzvorteile (statische und dynamische Effizienz) wie eine Ökosteuer (SRU 2006, Abschn. 2).

Die bestehende Emissionshandelsrichtlinie und die erste Handelsperiode sind bzw. waren in Deutschland noch sehr stark von Partikularinteressen dominiert, wobei sich die Hauptkritik des SRU gegen die kostenlose Vergabe der Emissionsrechte richtet. Sie hat nicht nur eine in der Umweltpolitik bisher ungekannte „Verteilungsschlacht“ ausgelöst, die das System unnötig komplex und für den Konsumenten teuer gemacht hat. Sie hat außerdem zu einer neuen Variante der Subventionspolitik geführt, die darauf abzielte, bestehende Strukturen in der Energieversorgung zu konservieren. Die geplante Fortschreibung dieser Politik in der zweiten Handelsperiode hätte die Integrität des gesamten Systems gesprengt, wenn die Europäische Kommission nicht korrigierend eingegriffen hätte.

Seit Sommer 2006 ist mit dem Klimawandel auch das Interesse am Emissionshandel immer stärker in den Mittelpunkt der Tagespolitik gerückt. Dadurch sind auch die Schwächen des bisherigen Emissionshandelsregimes immer deutlicher zu Tage getreten. Dies hat eine für viele Beobachter überraschende politische Dynamik ausgelöst, die vor zwei Jahren noch politisch undenkbar schien. In diesem Zeitraum hat das Instrument eine geradezu erstaunliche Entwicklung durchgemacht, die neben dem geänderten politischen Klima vor allem auch dem Beharrungsvermögen der Europäischen Kommission zu verdanken ist. Das Ergebnis ist ein – gegen deutschen Widerstand – deutlich verbesserter nationaler Allokationsplan für die zweite Handelsperiode sowie ein äußerst begrüßenswerter Entwurf zur Revision der Emissionshandelsrichtlinie.

Dennoch plädiert der SRU langfristig für den Übergang zu einem sektorübergreifenden Emissionshandel auf der ersten Handelsstufe. Die Wirkung des jetzigen Systems wird dadurch begrenzt, dass der Handel nur bestimmte Sektoren und Emissionen von Treibhausgasen umfasst (Tz. 165). Ein übergreifendes Emissionshandelskonzept auf der ersten Handelsstufe würde hingegen sämtliche energiebedingten Treibhausgase

erfassen (Abschn. 3.5.5). Darüber hinaus wurde das bisherige Emissionshandelssystem hinsichtlich seiner Zielsetzungen von industrie- und wettbewerbspolitischen Wunschvorstellungen überlagert (Tz. 170 f.) und hat sich auch allgemein aufgrund seiner hohen Komplexität als konfliktanfällig erwiesen (Tz. 172 ff.). Beides hat die Effizienz des Instruments erheblich relativiert.

3.5.2 Die Emissionshandelsrichtlinie der EU

165. Die Richtlinie 2003/87/EG vom 13. Oktober 2003 über ein System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Gemeinschaft (Emissionshandelsrichtlinie) unterwirft den Betrieb von Anlagen des Energieerzeugungssektors und bestimmter energieintensiver Industrien (Handelssektoren) im Hinblick auf CO_2-Emissionen einem System zum Handel mit Emissionsberechtigungen (Art. 2 Abs. 1 i.V.m. Anlage I). In der ersten Handelsperiode wurden von diesem System europaweit über 11 400 Anlagen, davon 1 849 in Deutschland (entsprechend rund 59 % der nationalen CO_2-Emissionen), erfasst (DEHSt 2005). Im Hinblick auf den Betrieb dieser Anlagen statuiert die Emissionshandelsrichtlinie zwei zentrale Verpflichtungen: Zum einen haben die Mitgliedstaaten sicherzustellen, dass die vom Handelssystem erfassten Tätigkeiten nur auf Grundlage einer Genehmigung zur Emission der betreffenden Treibhausgase betrieben werden (Art. 4 bis 6). Zum anderen sind die Betreiber der CO_2-emittierenden Anlagen zu verpflichten, eine Anzahl von Emissionsberechtigungen (sogenannte Zertifikate), die den tatsächlichen Emissionen der einzelnen Anlagen entspricht, an die zuständigen Behörden abzugeben (Art. 12). Die Emissionsberechtigungen sind übertragbar und werden nach ihrer Primärallokation durch die jeweiligen Mitgliedstaaten am Markt gehandelt. Die Sekundärallokation über den Markt soll eine kostengünstige und volkswirtschaftlich effiziente Treibhausgasreduktion gewährleisten (vgl. Art. 1). CO_2-Einsparungen sollen primär dort stattfinden, wo sie mit den geringsten Kosten verbunden sind. Der Gesamtumfang der handelbaren Zertifikate, ihre (Erst-)Verteilung auf die einzelnen Sektoren (Energie, Industrie) sowie die dabei anzulegenden Zuteilungskriterien sind von den Mitgliedstaaten im Rahmen Nationaler Allokationspläne (NAP) für die jeweiligen Handelsperioden festzulegen (Art. 9 und 11). Die Pläne haben den im Anhang III der Emissionshandelsrichtlinie näher aufgeführten Kriterien zu entsprechen, die eine objektive und transparente Zuteilung der Zertifikate gewährleisten sollen. Wenngleich die Vereinbarkeit der Allokationspläne mit diesen Kriterien einem Prüfungsverfahren seitens der Europäischen Kommission unterliegt (Art. 9 Abs. 3), belässt die Emissionshandelsrichtlinie den Mitgliedstaaten einen hohen Spielraum bei der Ausgestaltung ihrer Pläne (EuGH, Urteil vom 7. November 2007, Rs. T-374/04). Die Erstzuteilung der Zertifikate hat nach den Vorgaben der Emissionshandelsrichtlinie für die ersten beiden Handelsperioden weitgehend

kostenlos zu erfolgen: Für die erste Handelsperiode (2005 bis 2007) sind mindestens 95 % der Zertifikate unentgeltlich zuzuteilen, in der anschließenden Handelsperiode (2008 bis 2012) gilt dies zumindest für 90 % der Zertifikate (Art. 10).

3.5.3 Die Umsetzung der Emissionshandelsrichtlinie in Deutschland

166. Die Emissionshandelsrichtlinie wird in Deutschland im Wesentlichen durch das Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz (TEHG) als Stammgesetz sowie das für die jeweilige Zuteilungsperiode geltende Gesetz über den Nationalen Zuteilungsplan für Treibhausgas-Emissionsberechtigungen (Zuteilungsgesetz – ZuG) in das deutsche Recht umgesetzt. Mit dem ZuG werden die Zuteilungsvorgaben des jeweiligen Nationalen Allokationsplans (NAP) in Gesetzesform gegossen.

3.5.3.1 Die rechtliche Systementscheidung

167. Die Emissionshandelsrichtlinie hat die Systementscheidung des deutschen Klimaschutzrechts weitgehend vorgegeben. Neben einer grundlegenden Genehmigungspflicht für bestimmte CO_2-emittierende Tätigkeiten (§ 4 Abs. 1 i.V.m. Anhang I TEHG) hat das TEHG in Abkehr vom herkömmlichen ordnungsrechtlichen Ansatz des deutschen Industriezulassungsrechts erstmals einen Kontingentierungs- und Handelsmechanismus für einen Schadstoff etabliert. Auf anlagebezogene Emissionsobergrenzen wird zugunsten einer Verpflichtung der betreffenden Anlagenbetreiber verzichtet, ihre CO_2-Emissionen pro Kalenderjahr durch die Abgabe einer entsprechenden Zahl von Zertifikaten zu legitimieren (§ 6 Abs. 1 TEHG). Während die Emissionsgenehmigung also quasi das „Ob“ der Emissionen regelt, hängt deren zulässige Menge (das „Wieviel“) von der Zahl der eingereichten Berechtigungen ab. Das jeweilige ZuG definiert die Gesamtmenge der zuzuteilenden CO_2-Zertifikate, (cap) (vgl. § 4 ZuG 2012) und legt die Verteilungsregeln für die staatliche Erstzuteilung fest (vgl. § 6 Abs. 2 TEHG). Emittiert der Anlagenbetreiber mehr CO_2 als ihm Berechtigungen zugeteilt worden sind, hat er die fehlenden Berechtigungen am Markt zuzukaufen, um die Pflicht zur Abgabe der Zertifikate gegenüber der zuständigen Behörde erfüllen zu können. Für den Fall der Nichterfüllung dieser Verpflichtung sieht das TEHG finanzielle Sanktionen vor, die neben die weiterhin bestehende Abgabepflicht für die Berechtigungen treten (§ 18 Abs. 1, 3 TEHG).

3.5.3.2 Europarechtskonformität der Systementscheidung

168. Die europarechtlich verbindlich vorgeschriebene Systementscheidung zugunsten eines Treibhausgasemissionshandels begegnet weder verfassungsrechtlichen noch europarechtlichen Bedenken. Sowohl das

Bundesverwaltungsgericht (BVerwG) wie auch das Bundesverfassungsgericht (BVerfG) haben sich bereits mit der Frage der Zulässigkeit dieser Systementscheidung nach Verfassungs- und Europarecht befasst. Beide Gerichte gehen übereinstimmend und zutreffend davon aus, dass die verbindlichen Vorgaben der Emissionshandelsrichtlinie ausschließlich am Europarecht, nicht aber an den Maßstäben der deutschen Grundrechte zu prüfen sind (BVerwG, Urteil vom 30. Juni 2005, Az. 7C 26/04; bestätigt durch den Nichtannahmebeschluss des BVerfG, 14. Mai 2007, Az. 1 BvR 2036/05). Dies liegt auf der Linie der bekannten *Solange*-Rechtsprechung des BVerfG, derzufolge verbindliche europarechtliche Vorgaben solange nicht an den Standards der deutschen Grundrechte zu überprüfen sind, wie der Europäische Gerichtshof (EuGH) einen angemessenen Grundrechtsstandard sichert (BVerfG, Beschluss vom 22. Oktober 1986, BVerfGE 73, 339). An der Angemessenheit des Grundrechtsschutzes seitens des EuGH zweifeln weder das BVerwG noch das BVerfG. Die Gerichte prüften die verbindlichen Vorgaben der Emissionshandelsrichtlinie am europäischen Eigentumsschutz und an der europarechtlich gewährleisteten Berufsfreiheit. Im Hinblick auf beide Dimensionen gelangten sie zu dem Ergebnis, dass der Schutz des Klimas als eine überragende Aufgabe der Völkergemeinschaft und auch der Europäischen Union die mit dem Treibhausgashandel verbundene Beeinträchtigung für die Eigentumsfreiheit und die Berufsfreiheit der Unternehmen rechtfertige. Konkret wurde der mit dem Emissionshandelsrecht einhergehende Eingriff in das Grundrecht der Eigentumsfreiheit (vgl. Art. 6 Abs. 2 des Vertrages zur Gründung der Europäischen Gemeinschaft (EG)) als eine zulässige Nutzungsbeschränkung des Anlageeigentums gewertet. Eine nur unter strengeren Anforderungen statthafte und insbesondere auch entschädigungspflichtige Enteignung vermochten die Gerichte in dem Emissionshandelssystem nicht zu erkennen. Den Anlagenbetreibern werde nicht etwa ihre Befugnis zur CO_2-Emission entzogen. Eine solche könne als eigenständiges entziehungsfähiges Recht nicht existieren, da die Luft dem Einzelnen nicht im Sinne eines Ausschließlichkeitsrechts privatnützig zugeordnet sei. Die Emissionsbefugnis ist nach Auffassung der Gerichte eigentumsrechtlich nur über das Anlageeigentum bzw. das Recht am eingerichteten und ausgeübten Gewerbebetrieb geschützt und von der genehmigten Anlage nicht abtrennbar. Ein auch nur teilweiser Entzug dieser rechtlich geschützten Positionen im Sinne eines Güterbeschaffungsvorganges erfolge mit der Einführung des Emissionshandels hingegen nicht.

Bei der Prüfung der Verhältnismäßigkeit der Grundrechtsbeeinträchtigung spielte für das Bundesverwaltungsgericht auch der Umstand eine Rolle, dass die Emissionshandelsrichtlinie eine Versteigerung von Zertifikaten für die ersten beiden Handelsperioden nur im Umfang von maximal 10 % zulässt. Da die Emissionshandelsrichtlinie damit beim Systemwechsel zu einer überwiegend

kostenlosen Zuteilung der Zertifikate verpflichte, scheide eine unzumutbare Belastung der Anlagenbetreiber auch aus diesem Grunde aus. Mit vergleichbaren Argumenten stellten das BVerwG und das BVerfG fest, dass das Handelssystem nicht gegen die europarechtlich geschützte Berufsfreiheit verstößt.

3.5.3.3 Die Widerspruchsfreiheit von Emissionshandel und immissionsschutzrechtlichen Grundpflichten

169. Das System des Treibhausgashandels steht nicht im Widerspruch zu den immissionsschutzrechtlich normierten Grundpflichten für die Betreiber genehmigungsbedürftiger Anlagen (anders hingegen FRENZ 2005; § 9 TEHG, Rn. 71 ff.). Richtig ist allerdings, dass mit der Einführung dieses Systems eine Abkehr von der herkömmlichen Interpretation der Betreiberpflichten in Form des sogenannten Vorsorgegebots des § 5 Abs. 1 Nr. 2 BImSchG sowie des Gebotes sparsamer und effizienter Energieverwendung gemäß § 5 Abs. 1 Nr. 4 BImSchG verbunden ist. Das Vorsorgegebot verlangt, geeignete Vorsorgemaßnahmen gegen Umweltbeeinträchtigungen nach dem Stand der Technik zu ergreifen. Von diesem Ansatz löst sich das Emissionshandelsrecht insofern, als dass es die Möglichkeit eröffnet, unvermindert und über den Stand der Technik hinaus CO_2 zu emittieren. Vorausgesetzt wird allein, dass die Emissionen mit einer entsprechenden Zahl von Zertifikaten unterlegt werden (RÖDER-PERSSON et al. 2002, S. 46 ff.). Darin liegt jedoch nur eine Durchsetzung des Vorsorgegebots mit anderen Mitteln. An die Stelle einer individuell-anlagebezogenen Vorsorgelast tritt eine „kollektivierte“ Vorsorgepflicht in Form der Gesamtemissionsbegrenzung durch das vom Gesetzgeber festgesetzte Emissionsbudget und die Verantwortung aller Anlagenbetreiber, diese nicht zu überschreiten (REHBINDER o. J., S. 2). So heißt es in § 5 Abs. 1 S. 2 BImSchG, dass die Vorsorgeanforderungen an Anlagenbetreiber, die dem Emissionshandel unterliegen, abschließend durch die Verpflichtungen nach dem TEHG bestimmt werden. Entsprechendes gilt nach § 5 Abs. 1 S. 4 BImSchG für das Energieeffizienzgebot, soweit die Effizienzanforderungen einen Bezug zu den CO_2-relevanten Anlagenemissionen aufweisen. Im Hinblick auf die Energieeffizienz lässt die Emissionshandelsrichtlinie allerdings zu, dass zusätzlich zum anlagenübergreifenden Handelsregime konkrete anlagenbezogene Betreiberanforderungen normiert werden (Art. 26; näher zum Inhalt des Effizienzgebots KOCH und WIENECKE 2001). Deutschland hat von dieser Möglichkeit aber keinen Gebrauch gemacht.

3.5.3.4 Der NAP I bzw. das ZuG 2007

Verfehlte wettbewerbspolitische Debatte

170. Der Umsetzung des europäischen Emissionshandels durch den ersten deutschen Allokationsplan (NAP I) bzw. das ZuG 2007 war insbesondere durch Fehlinterpretationen der Wettbewerbsdimension des Instruments bei der Verteilung der Emissionsrechte geprägt (SRU 2006; MICHAELIS 2006). Die falsche Annahme, eine kostenlose und reichliche Zuteilung von Emissionsrechten (grandfathering) erhöhe die Wettbewerbsfähigkeit einzelner Unternehmen/Branchen, hatte die Forderung nach einer „bedarfsgerechten" Zuteilung zur Folge, die auf großzügige Zuteilungen für CO_2-intensive Energieträger (Kohle, insbesondere Braunkohle) und Industrieprozesse (Grundstoffindustrien) hinauslief. Darüber hinaus versuchte die Bundesregierung, die Allokation zur Durchsetzung anderer energie- und industriepolitischer Ziele (Schutz heimischer Kohle, Erneuerung des Kraftwerksparks, mehr Wettbewerb im Kraftwerkssektor, verbesserte Wettbewerbssituation der deutschen Industrie) zu nutzen.

Tatsächlich entsteht eine veränderte Wettbewerbsposition nicht erst durch die Zuteilung von Emissionsrechten, sondern schon durch die Einführung des Emissionshandels an sich. Das neue Regime macht Emissionen bzw. entsprechende Emissionszertifikate zu einem handelbaren Produktionsfaktor mit einem Markpreis, die alternativ zur eigenen Nutzung am Markt verkauft werden können. Daher gilt für CO_2-Rechte dasselbe betriebswirtschaftliche Kalkül wie für jeden anderen Produktionsfaktor, einschließlich der Einpreisung der Opportunitätskosten kostenlos erhaltener Emissionsrechte. Die Wettbewerbsfähigkeit (in Bezug auf CO_2) ergibt sich ausschließlich aus der CO_2-Effizienz. Die kostenlose Zuteilung von Emissionszertifikaten kommt einer Subvention gleich, die das betroffene Unternehmen durch eine Bilanzwerterhöhung zwar reicher macht, aber nicht die Rentabilität der Verwendung des Emissionsrechtes verbessert. Mit dem Emissionshandel wurde eine neue Knappheit in das ökonomische System eingefügt, der durch eine produktivere Verwendung begegnet werden soll. Dies gilt auch für Unternehmen, die im globalen Wettbewerb mit Konkurrenten ohne vergleichbare CO_2-Bepreisung stehen, da Wettbewerbsbedingungen und Standortentscheidungen multidimensional sind und der Emissionshandel nur für den durch ihn ausgelösten Energiepreisunterschied verantwortlich gemacht werden kann.

Die Forderung nach kostenloser Zuteilung ist daher der Ausdruck eines Verteilungskampfes um die Subventionierung dieses neuen Produktionsfaktors. Sein erheblicher Wert erklärt das Ausmaß der beobachteten Einflussnahmen der betroffenen Unternehmen und ihrer Verbände. Zwar hat die Verteilung per se keinen

Einfluss auf die Anreizwirkung des Instruments. Gleichwohl haben die zahlreichen Sondertatbestände zu strategischem Verhalten der Anlagenbetreiber geführt und dadurch Missbrauchsbegrenzungen notwendig gemacht. Die Folge war eine Überkomplexität mit einer Fülle an Detailregelungen und eine dem Ziel des Instruments entgegenlaufende Überallokation des NAP I. Diese Fehlentwicklung wurde durch den Absturz der Emissionshandelspreise nach der Veröffentlichung der verifizierten Emissionsdaten für 2005 dokumentiert (Carbon Market Europe, 28. April 2006). Insgesamt war 2005 und 2006 die ausgegebene Menge an Emissionsrechten jeweils rund 20 Mio. bzw. 4 % höher als die tatsächlichen Emissionen (DEHSt 2007). Die kostenlose Verteilung der Emissionsrechte hatte also unübersehbare negative Rückwirkungen auf die Funktionsweise des Instruments. Der SRU hat daher den Übergang zu einer Versteigerung der Emissionsrechte empfohlen. In der Übergangsphase sollte das System durch Abschaffung sämtlicher Sonderregeln, einschließlich der Regelungen für die Neuanlagenreserve und der brennstoffspezifischen benchmarks, deutlich vereinfacht werden (vgl. ausführlich: SRU 2006).

171. In diesem Zusammenhang ist auch die Entscheidung des Bundeskartellamtes vom Dezember 2006 zu kritisieren, die eine Einpreisung von mehr als 25 % des Marktpreises der Emissionsrechte als Marktmissbrauch definiert (Pressemitteilung Bundeskartellamt, 20. Dezember 2006). Der Sinn und Zweck des Emissionshandels besteht in der Einpreisung der (Opportunitäts-)Kosten der Emissionsrechte als neuen knappen Faktor und wird durch die Entscheidung des Bundeskartellamtes ad absurdum geführt. Der Hinweis auf mangelnden Wettbewerb in der deutschen Stromerzeugung kann hier nicht überzeugen, da gerade Wettbewerbsmärkte von einer vollständigen Einpreisung gekennzeichnet sind. Darüber hinaus findet die Einpreisung auch in anderen EU-Mitgliedsstaaten – mit angeblich höherem Wettbewerb – statt (RADOV und KLEVNAS 2007). Kritikwürdig ist auch die außergerichtliche Einigung des Bundeskartellamtes mit RWE vom September 2007, die ein zu versteigerndes Stromkontingent für Industriekunden mit einer Gutschrift des Wertes der Emissionsrechte vorsieht (Pressemitteilung Bundeskartellamt, 27. September 2007). Wenn die Einpreisung tatsächlich einen Missbrauch darstellt, bleibt zu fragen, wieso nicht auch Privatkunden davor „geschützt“ werden. Letztlich liefert die umstrittene Entscheidung einen weiteren Grund für eine vollständige Versteigerung der Emissionsrechte, um solchen Problemen von vornherein aus dem Weg zu gehen.

Zuteilungsgesetz als Ausdruck des verfassungsrechtlich geschützten Gestaltungsspielraums des Gesetzgebers

172. Die Zuteilungsregeln des ZuG 2007 bildeten aufgrund ihrer wirtschaftlichen Relevanz einerseits und ihrer hohen Komplexität andererseits (Tz. 170) den

Anknüpfungspunkt vieler auch verfassungsrechtlicher Streitigkeiten. Diesbezüglich wurde insbesondere vorgebracht, dass verschiedene Zuteilungsregeln das verfassungsrechtliche Gleichheitsgebot des Art. 3 GG verletzen und den Erfordernissen des Rechtsstaatsprinzips nicht genügen. Sowohl das BVerwG als auch das BVerfG haben die jeweils vorgebrachten Bedenken zurückgewiesen. Sie haben die angegriffenen Regelungen unter Hervorhebung des großen Gestaltungsspielraums des Gesetzgebers bei der Festlegung der Zuteilungsregeln bestätigt, der angesichts der Neuartigkeit und Komplexität des Emissionshandelsregimes anzuerkennen war (BVerfG, Urteil vom 13. März 2007, Az. 1 BvF 1/05, für die Berücksichtigung frühzeitiger Emissionsminderungen, BVerwG, Urteile vom 16. Oktober 2007, Az. 7C 6.07 und 7C 28.07, für die Unterscheidung von prozessbedingten und nicht prozessbedingten Emissionen, BVerwG, Urteil vom 16. Oktober 2007, Az. 7C 33.07 für die anteilige Kürzung von Zuteilungen zur Einhaltung des Emissionsbudgets). Wenngleich die Regelungen damit im Ergebnis einer verfassungsrechtlichen Prüfung standgehalten haben, zeugen die gerichtlichen Verfahren jedoch von der erheblichen Rechtsunsicherheit und den auch volkswirtschaftlichen Ineffizienzen, die mit dem überkomplexen Emissionshandelssystem nach dem ZuG 2007 verbunden waren.

3.5.3.5 Der Nationale Allokationsplan II bzw. das Zuteilungsgesetz 2012

Vereinfachung der Zuteilungsregelungen

173. Die negativen Erfahrungen mit der Zuteilung nach dem NAP I sowie der Druck der Europäischen Kommission in Richtung auf eine Überarbeitung des NAP II haben zu einer im Ergebnis zu begrüßenden Vereinfachung der Zuteilungsregelungen geführt. Der nach Brüssel notifizierte NAP II-Entwurf Deutschlands wurde von der Europäischen Kommission zunächst abgelehnt. Insbesondere wurde das Emissionsbudget nach Ansicht der Europäischen Kommission mit 482 Mt CO_2/a um circa 29 Mio. t CO_2 zu hoch angesetzt, wodurch den nicht am Emissionshandel teilnehmenden Sektoren zusätzliche Vermeidungspflichten auferlegt wurden. Weiterhin wurde die aus dem NAP I übernommene (leicht modifizierte) großzügige Zuteilung an Neuanlagen im NAP II als Wettbewerbsverzerrung gegenüber vergleichbaren Bestandsanlagen abgelehnt. Darüber hinaus machte die Europäische Kommission deutlich, dass im Rahmen des NAP II keinerlei Zusagen gemacht werden dürfen, die eine bindende Wirkung über den Geltungszeitraum von 2008 bis 2012 hinaus haben (Europäische Kommission 2006b; 2006d; BMU 2006). Der geforderten Korrektur kam die Bundesregierung mit einiger Verspätung bis zum Frühjahr 2007 nach (Pressemitteilungen BMU, 24. November 2006, 09. Februar 2007 und 18. April 2007; BMU 2007b). Die endgültige Fassung wurde am 22. Juni 2007 vom Bundestag und am

29. Juni 2007 vom Bundesrat gemeinsam mit Änderungen des TEHG und des Projekt-Mechanismen-Gesetzes (ProMechG) verabschiedet (BMU 2007d; Bundesrat 2007). Die wichtigsten Elemente des beschlossenen NAP II bzw. des ZuG 2012 für die Handelsperiode 2008 bis 2012 sind (MATSCHOSS 2008):

- Emissionsbudget: Das Budget des Handelssektors (inklusive Neuanlagenreserve und Anteil für Versteigerung) wurde von 499 Mt/a des NAP I auf 482 Mt/a im ursprünglichen NAP II-Entwurf und schließlich auf 453 Mt/a abgesenkt (§ 4 Abs. 2 ZuG 2012).
- Versteigerung: Neu, auch gegenüber dem ursprünglichen NAP II-Entwurf, ist die Veräußerung von 40 Mt CO_2/a (entsprechend 8,8 %) des Emissionsbudgets (§§ 19 bis 21 ZuG 2012). Sie sollen durch eine zusätzliche Kürzung den Strom produzierenden Bestands-, neueren und Neuanlagen (inklusive Stromanteil KWK) entzogen werden, wobei Industrie- und Kleinanlagen wiederum ausgenommen sind.
- Benchmarks: Für energiewirtschaftliche Bestandsanlagen (bis Inbetriebnahme Ende 2002), alle neueren Anlagen (Inbetriebnahme 2003 bis 2007) sowie alle Neuanlagen (Inbetriebnahme ab 2008) werden die benchmarks der Neuanlagenregelung des NAP I übernommen, die für Kohle eine deutlich höhere Zuteilung pro kwh (in der Stromproduktion mehr als doppelt so hoch) als für Gas vorsehen (Anhang 3 Teil A ZuG 2012). Für Bestandsanlagen werden historische Auslastungen (§ 7 ZuG 2012) und für die anderen sogenannte Standardauslastungsfaktoren zu Grunde gelegt. Bei letzteren wird bei der Energieerzeugung noch stärker zwischen Energieträgern diskriminiert, indem für Steinkohlekraftwerke die 7,5-fache, für Braunkohle sogar die achtfache jährliche Laufzeit von Gaskraftwerken angenommen wird (Anhang 4, I ZuG 2012).
- Historische Emissionen: Lediglich industrielle Bestandsanlagen (bis Inbetriebnahme Ende 2002) erhalten noch – in Analogie zum NAP I – um einen Erfüllungsfaktor gekürzte Zuteilungen nach historischen Emissionen, der jetzt bei 98,75 % liegt (§ 6 ZuG 2012).
- Anteilige Kürzung: Die sogenannte gleitende anteilige Kürzung (SCHAFHAUSEN 2007) nach § 4 Abs. 3 ZuG 2012 stellt eine Mischung aus Erfüllungsfaktor und Malusregel des NAP I dar, wobei die Kürzung bei ineffizienten Anlagen stärker ausfällt als bei effizienten. Allerdings wird der Effekt zwischen den Energieträgern durch die Nutzung der benchmarks sowie eines zusätzlichen, noch höheren benchmark für Braunkohle abgeschwächt. Von der gleitenden anteiligen Kürzung sind neuere Anlagen und Bestandsanlagen der Energiegewinnung betroffen. Industrie-, Neu- und Kleinanlagen sowie Anlagen, die der Early-Action-Regel des NAP I (vgl. § 12 ZuG 2007) unterliegen, sind ausgenommen.

- Neuanlagenreserve: Als Teil des Emissionsbudgets beträgt die Neuanlagenreserve 23 Mt CO_2/a (§ 5 ZuG 2012). Neben den Zuteilungen an Neuanlagen dient sie der Kostendeckung des Bundes, der Rückzahlung des Zuschusses an die überzeichnete Reserve des NAP I (sogenannter KfW-Mechanismus) und etwaiger erfolgreicher Klagen auf höhere Zuteilung.

174. Das Beharrungsvermögen der Europäischen Kommission, welches mit Blick auf das Budget und die Neuanlagenregel – wenn man letztere denn als notwendig erachtet (vgl. Tz. 170) – zu einem wesentlich verbesserten NAP II geführt hat, ist zu begrüßen. So stellt das Budget angesichts der Emissionen der Basisperiode (Durchschnitt 2000 bis 2005) von 478 Mt CO_2/a (DEHSt 2007) nun eine tatsächliche Minderungsanforderung dar, mit der das Kyoto-Ziel erreicht werden kann. Auch die Gefahr der Vorfestlegung großer Teile des Budgets über mehrere Perioden durch die alte Neuanlagenregel, die mit späteren Reduktionserfordernissen nicht kompatibel sind, scheint gebannt. Weiterhin wird der Einstieg in die Versteigerung ausdrücklich begrüßt. Der durch eine Versteigerung wegfallende Verteilungskampf um Emissionsrechte erleichtert die Durchsetzung notwendiger, strengerer Reduktionsziele nach 2012. Der jetzige Einstieg leistet einen wichtigen Beitrag als Lernphase für spätere komplette Versteigerungen. Neben diesen positiven Entwicklungen gibt es dennoch folgende Kritikpunkte:

- Brennstoffspezifische benchmarks: Da für Kohlekraftwerke mit 750 g CO_2/kWh Nettostromerzeugung ein mehr als doppelt so hoher benchmark festgelegt wurde wie für Gaskraftwerke (365 g CO_2/kWh), werden die eigentlich erforderlichen Anpassungen im Energieträgermix nach wie vor behindert. Dabei besteht die Gefahr, dass dort, wo eine Brennstoffsubstitution betriebswirtschaftlich sinnvoll wäre, nun unter Beibehaltung der bestehenden Brennstofftechnologie Wirkungsgradverbesserungen mit ineffizient hohem Kostenaufwand angestrebt werden.
- Zuteilung Industrie: Mit dem Argument der größeren Wettbewerbsintensität wird der industrielle Sektor explizit großzügiger mit Emissionsrechten ausgestattet als die Energiewirtschaft. Hier zeigt sich immer noch eine Vermengung von Wettbewerbs- und Verteilungsargumenten. Selbst bei den energieintensiven Unternehmen, die wirklich außereuropäischer Konkurrenz ausgesetzt sind (was nicht generell der Fall ist), sind energiekostenbezogene Faktoren in der multidimensionalen Entscheidung zur Standortwahl in der Regel nachrangig (vgl. Tz. 170; SRU 2006, Tz. 28 f.). Auch der industrielle Sektor wird in die Versteigerung miteinbezogen werden müssen.
- Neuanlagenregelung: Auch hier zeigt sich die unzulässige Vermengung von Wettbewerbs- und Verteilungsargumenten, da wiederum nicht die kostenlose Zuteilung, sondern die Rentabilität einer Anlage unter dem neuen Regime des

Emissionshandels über die Wettbewerbsfähigkeit entscheidet. Anstatt in die kostengünstigste CO_2-Vermeidung zu investieren, wird die Investitionsentscheidung durch den Wunsch nach maximaler Zuteilung verzerrt. Daher ist der gesamte Regelungskomplex um die Neuanlagen, -reserve und Anlagenstilllegung trotz der oben genannten begrüßenswerten Verbesserungen abzulehnen (SRU 2006, Tz. 12-13, 30-31). Zudem gibt es nur wenige echte Newcomer. Daher besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass hier ausschließlich Mitnahmegewinne für etablierte Betreiber bei der ohnehin anstehenden Erneuerung des Kraftwerksparks generiert werden (MICHAELIS 2006; HENTRICH und MATSCHOSS 2006).

Die Kritikpunkte zeigen, dass auch der wesentlich verbesserte NAP II noch teilweise einer verfehlten wettbewerbs- und energiepolitischen Orientierung verhaftet ist. Hauptkritikpunkte bleiben weiterhin der gesonderte benchmark für Kohle und die Sonderbehandlung für die Industrie. Der NAP II ist daher nur ein – wenn auch wichtiger – Zwischenschritt auf dem Weg zur konsequenten, vom Energieträger unabhängigen Gleichbehandlung der Emittenten und zur vollständigen Versteigerung der Emissionsrechte nach 2012. Insgesamt ist aber anzuerkennen, dass sich die – in erster Linie europäische – Politik gegen die erhebliche Einflussmacht der Verursacherseite in beachtlichem Maße durchgesetzt hat. Mit der Endversion des NAP II ist es auch in erheblichem Ausmaß gelungen, die Glaubwürdigkeit des Emissionshandels als Instrument der europäischen Klimaschutzpolitik wiederherzustellen. Auch der gelungene Einstieg in die Versteigerung ist ein wichtiger Fortschritt.

Veräußerung von zehn Prozent der Zertifikate verfassungskonform

175. Zweifel, die von verschiedener Seite an der Verfassungsmäßigkeit der nunmehr vorgesehenen (Teil-)Versteigerung der Zertifikate geäußert worden sind (BURGI und SELMER 2007; REBENTISCH 2006), erweisen sich als nicht durchgreifend. Zutreffend ist im Ausgangspunkt, dass sich eine Versteigerung der Zertifikate an den grundrechtlichen Gewährleistungen (Tz. 176 ff.) sowie den finanzverfassungsrechtlichen Vorgaben des deutschen Verfassungsrechts (Tz. 180 ff.) zu messen hat. Da Art. 10 der Emissionshandelsrichtlinie lediglich eine Obergrenze für die entgeltliche Zertifikatsverteilung festlegt (Tz. 165), belässt er den Mitgliedstaaten Gestaltungsspielräume, die im Einklang mit den Vorgaben ihres nationalen Rechts auszugestalten sind.

Grundrechtliche Gewährleistungen

176. Die beabsichtigte Versteigerung von Treibhausgashandelsrechten bringt im Hinblick auf die damit verbundenen finanziellen Belastungen für die Anlagenbetreiber sowohl einen Eingriff in die Eigentumsgewährleistungen wie auch in die

Berufsausübungsfreiheit mit sich. Beide Eingriffe sind jedoch angesichts der hohen Bedeutung des Schutzgutes „Klimastabilität“ gerechtfertigt. Sie sind insbesondere verhältnismäßig, nämlich geeignet, erforderlich und proportional mit Blick auf die überragende Zielsetzung. Mit dem Emissionshandelssystem wird nicht nur ein wirksamer, sondern zugleich auch kosteneffizienter Klimaschutz angestrebt. Eine Versteigerung der Zertifikate entspricht diesen Erfordernissen, insbesondere auch dem Ziel des kosteneffizienten Klimaschutzes, weil sie diejenigen Ineffizienzen vermeidet, die mit einer kostenlosen Erstallokation der Zertifikate verbunden sind. Im Falle einer kostenlosen Zertifikatszuteilung orientieren die Unternehmen ihre Produktion nicht mehr primär an der Knappheit des nunmehr geschaffenen Produktionsgutes „Emissionsbefugnis“, sondern auch an der Zuteilung der Zertifikate als vermögenswerte Rechtspositionen. Das Ziel, die Anlagenstruktur der Bundesrepublik an den Emissionskosten auszurichten, wird durch das strategische Verhalten der Unternehmen konterkariert. Erfolgt die Verteilung der Zertifikate periodisch und dabei kostenlos, verstetigt sich dieses strategische Verhalten zulasten der dauerhaften Effizienz des Handelssystems. Ineffizienzen, die aus einer kostenlosen Zuteilung der Zertifikate resultieren, wären nur in einem System mit einer einmaligen Verteilung der Zertifikate zu vernachlässigen. Dort würde die zunächst zu erwartende strategische Orientierung an der Zuteilung von Vermögenspositionen in der Folgezeit zugunsten der bezweckten Ausrichtung an den Kosten des Produktionsgutes „Emissionsbefugnis“ zurücktreten. Bei einer periodischen Neuzuteilung, die das derzeitige Emissionshandelssystem vorsieht, ist dies aber gerade nicht der Fall (vgl. auch Tz. 170; SRU 2006).

177. Die Effizienz des Handelssystems im Interesse eines kostengünstigen Klimaschutzes stellt einen Aspekt der Zielsetzung der Emissionshandelsrichtlinie dar (vgl. Art. 1, „um auf kosteneffiziente und wirtschaftlich effiziente Weise auf eine Verringerung von Treibhausgasemissionen hinzuwirken“). Dies hat auch das Europäische Gericht erster Instanz in seinem Urteil vom 7. November 2007 anerkannt, in dem die „Wahrung der Bedingungen der Kosteneffizienz und der wirtschaftlichen Effizienz“ des Emissionshandels als ein Unterziel der Emissionshandelsrichtlinie erachtet wurde (EuG, Rs. T-374/04, Tz. 124 f., 136). Dieser Bewertung steht die Begrenzung einer entgeltlichen Zuteilung der Zertifikate durch Art. 10 der Emissionshandelsrichtlinie nicht entgegen. Zuzugeben ist zwar, dass eine teilweise Versteigerung der Zertifikate Ineffizienzen nur in begrenztem Umfang auszuschließen vermag. Die nur partielle Öffnung der Zuteilung für Marktmechanismen liegt aber nicht in generellen Vorbehalten gegenüber einer Versteigerungslösung begründet. Sie ist dem Bestreben geschuldet, einen für die Wirtschaftssubjekte möglichst schonenden Übergang in das Emissionshandelssystem zu gewährleisten und diesen gleichzeitig mit einer Lernphase zu verbinden.

Erweist sich die kostenlose Erstallokation im Vergleich zu einer Zertifikatsversteigerung damit als weniger effizient, stellt sie kein gleich geeignetes, die Anlagenbetreiber weniger belastendes Mittel dar, um das Ziel des Emissionshandels zu erreichen (anders hingegen BURGI und SELMER 2007, S. 45, 65 f, nach deren Auffassung die Allokationseffizienz zwar für die Gesamtzuteilungsmenge der Zertifikate, nicht aber für das Zuteilungsverfahren relevant ist).

178. Die Belastung, die mit einer partiellen Versteigerung für die Anlagenbetreiber einhergeht, erweist sich auch als angemessen. Sie steht nicht außer Verhältnis zu dem mit ihr verbundenen Zweck. Angesichts der Bedeutung des Rechtsgutes Klimastabilität und mit Blick auf die Kosten, die ein klimaorientierter Umbau der Volkswirtschaft verursachen wird, ist verstärkt darauf hinzuwirken, dass die Knappheit des Produktionsfaktors „CO_2-Emission“, nicht aber die kostenlose Zuteilung eines Vermögenswertes die zentrale Grundlage unternehmerischer Entscheidungen bildet. Dazu ist in einem System, das auf periodischen Zuteilungen basiert, eine Versteigerung der Zertifikate geboten (Tz. 176). Der Einstieg in eine derartige Versteigerungslösung, der lediglich eine kleine Menge von 8,8 % der Zertifikate erfasst und der darüber hinaus erst in der zweiten Handelsperiode beginnt, führt nicht zu einer unzumutbaren Belastung der Anlagenbetreiber. Zwar hat das BVerwG die kostenlose Zertifikatszuteilung als wesentlich für die Bewertung der Zumutbarkeit des Pflichtenstatus der Anlagenbetreiber unter dem Emissionshandelsregime erachtet (Tz. 168). Diese Entscheidung war indes nur auf den Systemwechsel bezogen. Die Gestaltungsbefugnis des Gesetzgebers, die Zertifikate zukünftig in verstärktem Maße zu versteigern, wird durch grundrechtliche Gewährleistungen und das Gebot des Vertrauensschutzes nicht per se ausgeschlossen (MARTINI und GEBAUER 2007, S. 230).

Da das Aufkommen für die zu versteigernden Berechtigungen durch eine anteilige Kürzung der Zertifikatszuteilung bei Stromerzeugungsanlagen erbracht werden soll (§ 20 ZuG 2012), werden diese allerdings schwerer belastet als Anlagen anderer Sektoren. Gegen eine unzumutbare Belastung spricht insoweit aber, dass gerade der Stromsektor aufgrund der geringen Preiselastizität von Strom einen höheren Einpreisungsgrad erreichen kann bzw. größere Zufallsgewinne (windfall profits) zu erzielen vermag (Deutscher Bundestag 2007). Diese Vorteile werden durch eine entgeltliche Zuteilung letztlich nur abgeschöpft, wobei zusätzlich zu berücksichtigen ist, dass die Unternehmen als Gegenleistung ein handelbares Gut erhalten.

179. Die geringe Preiselastizität und die Möglichkeit der Einpreisung stellen im Hinblick auf den Gleichheitssatz des Art. 3 Abs. 1 GG auch sachliche Gründe für die vorstehende dargestellte Differenzierung zwischen Stromerzeugungsanlagen und

Anlagen aus anderen Sektoren dar. Ein Verstoß gegen den Gleichheitssatz liegt somit nicht vor.

Finanzverfassungsrechtliche Vorgaben

180. Versteigerungserlöse stellen öffentlich-rechtliche Abgaben nichtsteuerlicher Art dar, deren Zulässigkeit anhand der Vorgaben des Finanzverfassungsrechts zu bestimmen ist (so z. B. Körner/v.Schweinitz, in: KÖRNER und VIERHAUS 2005, § 18 ZuG Rdnr. 35). Der Einordnung der Erlöse als öffentliche Abgaben steht nicht entgegen, dass die Entgeltpflicht dem Grunde und der Höhe nach nicht einseitig und unmittelbar durch den Staat begründet wird. Dies geschieht erst durch die erfolgreiche Teilnahme der Anlagenbetreiber an der Versteigerung. Für die Entstehung einer Abgabe ist es nicht ungewöhnlich, dass die Verwirklichung des anspruchsbegründenden Tatbestands vom Willen des späteren Abgabepflichtigen abhängt. Die Determinierung des Handelssystems durch den Staat, der den Markt künstlich etabliert, die Teilnahme bestimmter Akteure am Emissionshandel verbindlich vorgibt und eine Alleinzuständigkeit für die Erstallokation der Zertifikate besitzt, spricht ferner für eine Einordnung der Entgelte als öffentlich-rechtliche Abgaben.

Nach der ständigen Rechtsprechung des Bundesverfassungsgerichts bedürfen nichtsteuerliche Abgaben einer besonderen Rechtfertigung, da die Finanzierung staatlicher Aufgaben nach den Vorgaben der Finanzverfassung grundsätzlich aus Steuermitteln zu erfolgen hat (Prinzip des Steuerstaates; vgl. BVerfG, Beschluss vom 9. November 1999, Az. 2 BvL 5/95, BVerfGE 101, 141, (147 f.); Beschluss vom 17. Juli 2003, Az.: -- 2 BvL 1, 4, 6, 16, 18/99, 2 BvL 1/01, BVerfGE 108, 186 (214 ff.)). Mit seinem „Wasserpfennig“-Beschluss hat das Gericht anerkannt, dass ein Vorteil, der einem Privaten von Seiten des Staates durch die Eröffnung der Nutzung einer natürlichen Ressource eingeräumt wird, insoweit einen zulässigen abgabenrechtlichen Anknüpfungstatbestand bilden kann (Urteil vom 7. November 2005, BVerfGE 93, 319 ff.). Dies soll allerdings nur dann gelten, wenn es sich um die Nutzung einer natürlichen Ressource handelt, die einer staatlichen Bewirtschaftungsordnung unterworfen worden ist. Als konstituierend für eine solche Bewirtschaftungsordnung hat das BVerfG es angesehen, dass zum einen die Nutzung der Ressource staatlich kontingentiert ist und zum anderen an der Ressource als „Gut der Allgemeinheit“ keine freiheitsrechtlich begründeten Zugriffsbefugnisse bestehen.

Nur dann, wenn aus den Freiheitsrechten kein Recht zur Nutzung des betreffenden Gutes resultiere, erweise sich eine staatliche Nutzungszuweisung als rechtskreiserweiternd. Dieses „Mehr“ an Freiheit bilde einen zulässigen Anknüpfungspunkt der Abgabe.

181. Diese Aussagen sind auch auf den Emissionshandel übertragbar. Entgegen teilweise vertretener Auffassung im Schrifttum scheitert eine Übertragbarkeit nicht daran, dass es an einer Bewirtschaftungsordnung fehlt (so aber: BURGI und SELMER 2007, S. 26 ff., 51 ff.; REBENTISCH 2006, S. 752 ff.). Die strukturellen Ähnlichkeiten zwischen dem Wasser- und Emissionshandelsregime überwiegen die Unterschiede zwischen beiden Bereichen (Tz. 182). Richtig ist zwar, dass sich das Emissionshandelsregime von den Nutzungsregelungen für Wasser dadurch unterscheidet, dass die Befugnis zur Ressourcennutzung nicht vollumfänglich aus dem Freiheitsbereich der Anlagenbetreiber herausgelöst worden ist. Auch sind die Nutzungsbefugnisse im Wasserbereich nicht als transferierbare Befugnisse ausgestaltet. Diese Unterschiede zum herkömmlich engen Begriffsverständnis von einer Bewirtschaftungsordnung stehen einer Anwendung der Grundsätze der „Wasserpfennig“-Entscheidung jedoch auch deswegen nicht entgegen, weil sie die Belange, auf denen eine solche enge Definition basiert, nicht berühren (Tz. 183).

182. Sowohl im Wasser- als auch im Emissionshandelsbereich ist der Umfang der Nutzung der natürlichen Ressource durch eine Obergrenze limitiert. Ein eigenständiges verfassungsrechtlich geschütztes Recht auf Nutzung der Ressource Luft besteht ebenso wenig wie im Bereich Wasser (vgl. Tz. 168). Allerdings genießt die Emissionsbefugnis als unabtrennbarer Bestandteil der Befugnis des Anlagenbetreibers zur Nutzung seiner Anlage weiterhin grundsätzlich verfassungsrechtlichen Schutz. Bei Annahme der Unabtrennbarkeit der Emissionsbefugnis vom Anlageneigentum (vgl. die Entscheidungen des BVerwG und des BVerfG unter Tz. 168) muss ein Emissionshandel auf Grundlage des Vollentzuges dieser Emissionsbefugnis ausscheiden. Als folgerichtig erweist es sich dann, zwischen dem „Ob“ und dem „Wieviel“ der eigentumsrechtlichen Position zu unterscheiden. Während die grundlegende Befugnis zu einer mit CO_2-Ausstoß verbundenen Tätigkeit weiterhin dem Anlagenbetreiber zugewiesen bleibt und in der Emissionsgenehmigung ihren Ausdruck findet, wird das „Wieviel“ konditionalisiert (Emissionsausstoß nur auf Grundlage von Zertifikaten). Diese Differenzierung zwischen dem „Ob“ und dem „Wieviel“ ist geboten, um die Flexibilität des Handelssystems sicherzustellen. Soll die Zulässigkeit anlagenbezogener Emissionen von der EG-rechtlich vorgegebenen, nachträglichen Abgabe einer gleichwertigen Menge an Zertifikaten abhängen und sollen die Zertifikate währenddessen handelbar sein, so muss für den gesamten Emissionszeitraum dem Grunde nach und losgelöst von der Inhaberschaft an Zertifikaten eine Berechtigung zum Emissionsausstoß existieren.

183. Ob eine Begrenzung der Ressourcennutzungsbefugnisse, bei der dem Anlagenbetreiber eine grundsätzliche Befugnis zur CO_2-Emission verbleibt, der Existenz einer Bewirtschaftungsordnung entgegensteht, hängt davon ab, ob sie der Zielsetzung der engen Begriffsdefinition zuwiderläuft. Letzte liegt in der Besorgnis einer

Kommerzialisierung grundrechtlich geschützter Tätigkeiten durch den Staat begründet (BURGI und SELMER 2007, S. 26 ff. m.w.N.). Kritiker befürchten, dass über das Instrument einer Benutzungsordnung freiheitsrechtliche Gewährleistungen zum Zwecke der Finanzmittelbeschaffung erst kontingentiert und die Kontingente dann zum Erwerb angeboten werden könnten. Vor einer solchen Beschränkung sollten Freiheitsrechte aber gerade schützen. Eine Benutzungsordnung könne also nur dort in Betracht kommen, wo die Nutzung nicht dem grundrechtlichen Schutzbereich zuzuordnen sei. Eine solche Argumentation vermag in dieser Absolutheit indes nicht zu überzeugen. Letztlich stellt eine Kommerzialisierung grundrechtlich geschützter Tätigkeiten nichts anderes als einen Eingriff in das betreffende Grundrecht dar, der einer Rechtfertigung bedarf. Dabei ist insbesondere zu prüfen, ob die Ökonomisierung der Interessen als solche berechtigt ist. Soll neben ordnungsrechtlichen Instrumenten auch eine Verhaltenssteuerung über Marktmechanismen eröffnet werden, kann eine Ökonomisierung nicht per se unzulässig sein. Ob sie sich rechtfertigen lässt, hängt von der Verfassungsmäßigkeit des Grundrechtseingriffs ab. Diese ist im Falle des Emissionshandels gegeben (Tz. 176 ff.). Es besteht somit letztlich kein Grund, die Rechtsprechung des BVerfG zum „Wasserpfennig“ nicht auch auf die Zuteilung der kontingentierten Emissionszertifikate zu übertragen.

3.5.4 Revision der Emissionshandelsrichtlinie

3.5.4.1 Einleitung

184. Gemäß ihrer Verpflichtung nach Art. 30 der Emissionshandelsrichtlinie hat die Europäische Kommission einen Bericht über die Umsetzung der Richtlinie vorgelegt. Auf der Grundlage der Hauptforderung des Berichts – mehr Einfachheit und Berechenbarkeit – hat eine Arbeitsgruppe im Rahmen des weiteren Überprüfungsprozesses eine Reihe von zusätzlichen Evaluierungen mit Fokus auf die folgenden vier Themenkreise vorgenommen (Europäische Kommission 2006c, S. 6, 12 ff.):

- Einbeziehung weiterer Treibhausgase und Sektoren (Flug- und Schiffsverkehr) sowie Ausschluss kleiner Feuerungsanlagen,
- harmonisierte Emissionsobergrenzen und Zuteilungsregeln,
- Überwachung und Berichterstattung und
- Verknüpfung mit Drittländern.

Auch der Umweltministerrat hat auf seiner 2 812. Sitzung dieselben strategischen Schlüsselfragen identifiziert. Mit Nachdruck fordert er insbesondere eine stärkere Vereinheitlichung des Systems mit Mindestquoten für die Versteigerung und einer

harmonisierten Methode zur Festsetzung der Emissionsbudgets (Umweltministerrat vom 28. Juni 2007).

Als Ergebnis des Reviewprozesses hat die Europäische Kommission im Rahmen des sogenannten zweiten Energiepakets (Tz. 100) im Januar 2008 einen Richtlinienvorschlag zur Revision der Emissionshandelsrichtlinie vorgelegt (Europäische Kommission 2008e). Die wichtigsten Elemente des Vorschlags sind:

- Ein europaweites Emissionsbudget mit linearem Reduktionspfad über 2020 hinaus und automatischer Anpassung an neue europäische Ziele bei Inkrafttreten eines internationalen Klimaschutzabkommens nach 2012;
- die Versteigerung als Regel mit sofortiger Wirkung für die Energiewirtschaft und einer vordefinierten Übergangsphase für die Industrie; Ausnahmen für letztere nur nach Prüfung und bei fehlendem Post-2012-Abkommen;
- die Ausweitung des Anwendungsbereiches auf bestimmte Prozessemissionen (CO_2 und Nicht-CO_2) bei gleichzeitiger Option des Ausschlusses von Kleinanlagen; und
- eine Reihe weiterer Harmonisierungen zur Vereinfachung des Vollzugs.

3.5.4.2 Europaweites Emissionsbudget

185. Bezüglich der Festlegung der Emissionsobergrenze (d. h. des Makroplans bzw. Emissionsbudgets) wurden die Optionen einer einzigen EU-weiten Mengenbeschränkung einerseits und separater, von den Mitgliedstaaten festzulegenden Mengenbeschränkungen andererseits geprüft. Für den erstgenannten Fall wurde auch die Möglichkeit einer vollständigen Versteigerung geprüft.

Unter Verzicht auf nationale Allokationspläne sieht der Richtlinienvorschlag ab 2013 ein gemeinsames Budget für den europäischen Emissionshandelssektor sowie einen festgelegten Reduktionspfad vor, der bis 2020 zu einer Senkung um 21 % gegenüber 2005 (dem neuen Basisjahr der EU, vgl. Tz. 100) führt. Rechnerisch wird das Budget ab 2010 – das heißt beginnend mit den durchschnittlich zulässigen Jahresemissionen der zweiten Handelsperiode – um jährlich 1,74 % linear gesenkt. Damit stünden zum Anfang der dritten Handelsperiode (2013) gemäß dem alten Emissionshandelssegment EU-weit 1 720 Mt CO_2/a zur Verfügung. Weiterhin ist damit die Handelsperiode auf acht Jahre festgelegt, wobei der Reduktionsfaktor allerdings über 2020 hinaus Gültigkeit behält und spätestens 2025 überprüft wird (Art. 9 der novellierten Emissionshandelsrichtlinie). Im Falle eines internationalen Klimaschutzabkommens für die Zeit nach 2012, in deren Zuge sich die EU zu weitergehenden Reduktionen verpflichtet (vgl. Tz. 100), wird der Faktor automatisch so angepasst, dass das europäische Emissionshandelssegment weiterhin den gleichen proportionalen Anteil an der Gesamtreduktion erbringt (Art. 28).

Bei Veränderungen des Emissionshandelssegments (vgl. Abschn. 3.5.4.4) wird das Budget entsprechend angepasst (Art. 9a). Die tatsächliche Höhe des Budgets soll spätestens Mitte 2010 bekannt gegeben werden (Art. 9).

186. Die Festlegung eines EU-weiten Budgets mit einem langfristig berechenbaren Reduktionspfad stellt – neben dem Übergang zur Versteigerung – die Hauptinnovation des Vorschlags dar. Dies trifft sowohl auf die Höhe des Budgets zu, das nun – wie im NAP II angefangen (s. Tz. 173) – eine tatsächliche Minderungsanforderung darstellt, wie auch auf die Tatsache, dass in dem Sektor mit dem effizientesten Instrument bewusst ein höherer Beitrag erbracht werden soll als von den Nicht-Handelssektoren (vgl. Tz. 100). Auch der Automatismus, dieses Prinzip in Falle weiter gehender Reduktionsziele beizubehalten, trägt maßgeblich zur Regimesicherheit bei. In der Summe kann die Bedeutung dieses Regelungskomplexes gar nicht hoch genug eingeschätzt werden und ist daher mehr als begrüßenswert. Entscheidend wird nun sein, dass dieser Vorschlag den Gesetzgebungsprozess mit möglichst wenig Änderungen durchläuft.

3.5.4.3 Versteigerung und harmonisierte Zuteilungsregeln

187. Der Richtlinienvorschlag sieht die Versteigerung der Emissionsrechte als den prinzipiellen Allokationsmechanismus vor (Art. 10). Dabei sollen Energieerzeuger (mit Ausnahme der Fernwärmebereitstellung) und Raffinerien ab 2013 ihre Zertifikate vollständig im Rahmen einer Versteigerung erwerben (Art. 10a Abs. 2). Industrielle Anlagen (und Wärme aus KWK) unterliegen einer Übergangsregelung, in deren Zuge die zu versteigernden Anteile von 20 % im Jahr 2013 jährlich linear auf 100 % im Jahr 2020 ansteigen (Art. 10a Abs. 3-7). Der Vorschlag sieht allerdings auch Ausnahmen für Sektoren vor, bei denen ein besonderes Risiko der Abwanderung in Länder mit weniger strengen Klimavorschriften (sogenanntes carbon leakage) gesehen wird (Art. 10a Abs. 8). Im Rahmen eines (alle drei Jahre zu wiederholenden) Revisionsprozesses sollen diese (Sub-)Sektoren erstmalig bis spätestens Mitte 2010 anhand bestimmter Kriterien (Kostenstruktur, Marktform u. a.), benannt werden (Art. 10a Abs. 9). Bis Mitte 2011 soll untersucht werden, ob eine höhere kostenlose Zuteilung als bei den anderen Industrien – insbesondere mit Blick auf den Status eines Post-2012-Abkommens – tatsächlich gerechtfertigt ist (Art. 10b).

Insgesamt wird davon ausgegangen, dass 2013 etwa zwei Drittel der Emissionsrechte versteigert werden. Die Versteigerung soll von der Europäischen Kommission koordiniert und von den Mitgliedstaaten durchgeführt werden (Art. 10 Abs. 1, 5). Ihr jeweiliger Anteil an den Emissionsrechten richtet sich zu 90 % nach den Anteilen der im Jahr 2005 verifizierten Emissionen, während 10 % zugunsten von Mitgliedstaaten mit unterdurchschnittlichem Pro-Kopf-Einkommen umverteilt werden (Art. 10 Abs. 2).

Das Aufkommen fließt den Mitgliedstaaten zu, wobei 20 % für Klimaschutz im weitesten Sinne (Forschungsförderung, Anpassung an den Klimawandel, Vermeidung von Entwaldung u. a.) verwendet werden sollen (Art. 10 Abs. 3).

188. In rechtlicher Hinsicht bestehen gegenüber einer vollständigen Versteigerung der Zertifikate, die an den genannten Zumutbarkeitserwägungen orientiert ist (Berücksichtigung von Einpreisungsmöglichkeiten und der Wettbewerbssituation sowie Stufenpläne), keine durchgreifenden verfassungsrechtlichen Bedenken. Auch wäre sie mit den europarechtlich gewährleisteten Grundrechten vereinbar (vgl. Tz. 168, 175 ff.).

189. Soweit Zertifikate zukünftig noch kostenlos zugeteilt werden, soll dies zukünftig nach EU-weit harmonisierten, noch von der Europäischen Kommission zu definierenden, Regeln erfolgen (Art. 10a Abs. 1). Dabei sollen gesonderte Neuanlagen und Stilllegungsregeln, die bisher von den Mitgliedstaaten zum Teil sehr unterschiedlich gehandhabt wurden, abgeschafft werden. Während für stillgelegte Anlagen zukünftig keine Zuteilungen mehr vorgesehen sind, erfolgt die Zuteilung für industrielle Neuanlagen aus einer EU-weiten Neuanlagenreserve (5 % des Emissionsbudgets) nach den gleichen Regelungen, die auch für bestehende Anlagen gelten. Neuanlagen der Energieerzeugung müssen Emissionsrechte am Markt erwerben (Art. 10a Abs. 6).

190. Der Übergang zur Versteigerung als den regulären Allokationsmechanismus stellt – neben dem EU-weiten Budget – die zweite Hauptinnovation des vorliegenden Richtlinienentwurfs dar. Der SRU hat wiederholt darauf hingewiesen (vgl. Tz. 170-174), dass die kostenlose Vergabe der Emissionsrechte sowie die individuelle Festlegung von Emissionsobergrenzen und von Zuteilungsregeln durch die Mitgliedstaaten zur Verlagerung von Reduktionslasten in Sektoren außerhalb des Emissionshandels geführt hat. Darüber hinaus implizieren die gegenwärtigen Neuanlagen- und Stilllegungsregeln verzerrende Zweckbindungen, die den Klimaschutz teurer als notwendig machen. Insoweit ist der vorgesehene Übergang zu einer vollständigen Versteigerung nachdrücklich zu begrüßen.

Für die im Übergang verbleibende kostenlose Zuteilung ist eine Harmonisierung sicherlich der Vielfalt nationaler Zuteilungsregeln vorzuziehen. Dennoch muss auch bei EU-weit einheitlichen Regeln die zusätzliche Komplexität, die damit in das System gebracht wird, gegen den Nutzen vermeintlich vermiedener Wettbewerbsverzerrungen abgewogen werden. Es ist davon auszugehen, dass sich in der Formulierung der EU-weiten benchmarks der vormals auf die nationalen Regierungen ausgeübte Druck zur Durchsetzung von Partikularinteressen auf die Europäische Kommission konzentrieren wird. Weiterhin erscheinen Produkt-benchmarks auf den ersten Blick zwar einfach; allerdings können auch hier im Vollzug Probleme auftreten, wenn dazu Daten notwendig sind, die bei früheren Emissionsberichten nicht abgefragt wurden. Die Frage

nach dem Kosten-Nutzen-Verhältnis stellt sich umso dringender, als diese Regeln nur für die Übergangszeit gelten und sich auch die Industrie mittelfristig ohnehin auf den Erwerb der Emissionsrechte einzustellen hat. Von der Revisionsklausel sollte möglichst zurückhaltend Gebrauch gemacht werden. Dabei wäre insbesondere eine differenzierte Vorgehensweise wünschenswert, die den jeweiligen Wettbewerbsbedingungen in den verschiedenen Branchen Rechnung trägt. In diesem Zusammenhang ist zu begrüßen, dass der Europäische Rat auf der Frühjahrstagung 2008 die Linie der Europäischen Kommission bestätigt hat, dem Abschluss eines internationalen Klimaschutzabkommens nach 2012 Priorität einzuräumen und eventuelle Maßnahmen bezüglich carbon leakage erst im Falle eines Scheiterns festzulegen (Europäischer Rat 2008, S. 12).

3.5.4.4 Anwendungsbereich der Emissionshandelsrichtlinie

Kriterien zur Wahl des Anwendungsbereichs

191. Die Einbeziehung weiterer Treibhausgase, Sektoren und Aktivitäten ist unter Effizienzgesichtspunkten im Grundsatz zu begrüßen (MICHAELIS 1997). Um die Praktikabilität im Einzelfall zu prüfen wurde im Rahmen des Review-Prozesses folgender Kriterienkatalog erstellt (vgl. WARTMANN et al. 2006):

- Monitoring: Es sollte möglich sein, die betreffenden Emissionen zu vertretbaren Kosten hinreichend genau zu bestimmen.
- Zurechenbarkeit: Es sollte möglich sein, die betreffenden Emissionen eindeutig einem individuellen Verursacher zuzuordnen.
- Relevanz: Die betreffenden Emissionen sollten einen mengenmäßig relevanten Anteil an den gesamten Treibhausgasemissionen der EU haben.
- Transaktionskosten: Die verursachten Transaktionskosten, die insbesondere von der Anzahl der Emissionsquellen und der Komplexität der betreffenden Prozesse abhängen, sollten in einem vertretbaren Verhältnis zu den erzielbaren Umweltvorteilen liegen.
- Alternative Regulierungsmöglichkeiten: Die Kosten einer Einbeziehung in den Emissionshandel sollten geringer sein als die Kosten alternativer Regulierungsmöglichkeiten (insbesondere Steuerlösungen).

Einbeziehung weiterer Treibhausgase

192. Im Jahr 2005 entfielen circa 82,4 % der (in CO_2-Äquivalenten gemessenen) EU-weiten Treibhausgasemissionen auf CO_2. Die restlichen 17,6 % verteilten sich im Wesentlichen auf Methan (CH_4) und Distickstoffoxid (N_2O), die jeweils 8,1 %

ausmachten, während die restlichen 1,4 % auf Fluorkohlenwasserstoffen (HFC), Perfluorkarbon (PFC) und Schwefelhexafluorid (SF_6) entfielen. Der mit Abstand größte Verursachersektor ist die Landwirtschaft, auf die knapp die Hälfte der Nicht-CO_2-Emissionen entfallen. Hierbei handelt es sich insbesondere um CH_4-Emissionen aus der Viehhaltung und N_2O-Emissionen aus der Düngung (WARTMANN et al. 2006; EEA 2007a, S. 87 ff.).

193. Unter dem Aspekt der Relevanz stünden vor allem die Einbeziehung der Methan- und Lachgasemissionen aus der Landwirtschaft zur Diskussion. Der Richtlinienvorschlag sieht hingegen lediglich die zusätzliche Berücksichtigung der N_2O-Emissionen aus der Herstellung von Salpetersäure und Ammoniak sowie der PFC-Emissionen aus der Erzeugung von Aluminium vor (Annex I). Nach Einschätzung der Kommission würde hierdurch das Emissionshandelssegment der zweiten Handelsperiode um etwa 100 Mt CO_2-eq (entsprechend circa 4,6 %) vergrößert (Europäische Kommission 2008e).

Der Verzicht auf eine direkte Einbeziehung dieser Gase aus der Landwirtschaft in den Emissionshandel erscheint mit Blick auf die anderen oben genannten Kriterien sinnvoll, da dies auch nach Ansicht des SRU die Komplexität eines Emissionshandelssystems sehr stark erhöhen würde. Die Prüfung einer Emissionsabgabe erscheint hier zielführender. Für Methanemissionen müsste eine derartige Abgabe an spezifischen Emissionsfaktoren landwirtschaftlicher Produktionsmethoden ansetzen. Eine Berücksichtigung der Lachgasemissionen würde sich implizit aus der bereits in der Vergangenheit vom SRU empfohlenen Stickstoffüberschussabgabe ergeben (s. a. Tz. 1006; SRU 2004, Abschn. 4.2.3.2).

Ausschluss kleiner Verbrennungsanlagen

194. Derzeit fallen Feuerungsanlagen mit einer Feuerungswärmeleistung über 20 MW (ausgenommen Anlagen für die Verbrennung von gefährlichen oder Siedlungsabfällen) unter den Emissionshandel. Mit Blick auf die oben genannten Kriterien muss bei dieser rein kapazitätsbezogenen Definition ein positives Nutzen-Kosten-Verhältnis bereits jetzt für eine Reihe von emissionshandelspflichtigen Anlagen bezweifelt werden. So entfielen in der ersten Zuteilungsperiode in Deutschland auf 31 % der Anlagen lediglich 0,5 % der Emissionsrechte und EU-weit auf 14 % der Anlagen nur 0,14 % (MATTHES und ZIESING 2006; Europäische Kommission 2008e).

Dementsprechend sieht der Vorschlag zur Senkung der Transaktionskosten vor, Verbrennungsanlagen mit einer Feuerungswärmeleistung von bis zu 25 MW aus dem Emissionshandel auszunehmen, sofern ihre jährlichen Emissionen weniger als 10 000 t CO_2 betragen und eine vergleichbare Minderungsleistung durch andere Maßnahmen sichergestellt werden kann (Art. 27). Dies betrifft im EU-weiten Handelssystem etwa

4 200 Anlagen mit zusammen 0,7 % der systemweiten Emissionen (Europäische Kommission 2008e). Eine Einbeziehung von Verbrennungsanlagen mit einer Feuerungswärmeleistung von weniger als 20 MW ist unabhängig von deren Emissionen weiterhin nicht vorgesehen.

Einbeziehung des Flugverkehrs

195. Der Luftverkehr trägt derzeit zwar nur circa 3 % zu den EU-weiten Treibhausgasemissionen bei, er zeichnet sich jedoch durch eine sehr hohe Wachstumsdynamik aus (Europäische Kommission 2006g). So nahmen die auf den Gemeinschaftsanteil am internationalen Flugverkehr zurückzuführenden Treibhausgasemissionen alleine zwischen 2003 und 2004 um 7,5 % zu, wobei das kumulative Wachstum zwischen 1990 und 2004 etwa 87 % betrug. Bei einer Fortsetzung dieses Wachstumstrends ist davon auszugehen, dass bis 2012 mehr als ein Viertel der Treibhausgasreduktionen, die die EU gemäß Kyoto-Protokoll erzielen muss, wieder zunichte gemacht werden. Weiterhin haben die Emissionen des Luftverkehrs eine weitaus höhere Klimawirksamkeit als am Boden emittiertes CO_2, da zusätzlich Wasserdampf, NO_x und Partikel emittiert werden und der Ausstoß in großer Höhe Kondensstreifen entstehen lässt, der die Wolken- und Ozonbildung beeinflusst. Zwar bestehen noch Unsicherheiten bezüglich des genauen Beitrags der Luftfahrt aber zwei Drittel der Minderungspotenziale werden alleine der Vermeidung von Kondensstreifen und Zirruswolken zugeschrieben (ANDERSON et al. 2007, S. 13 f; IPCC 2007c, S. 187 f; LUCAU 2007, S. 4 ff.; WIT et al. 2005, S. 25 ff.; CAMES et al. 2004, S. 27 ff.). Andererseits bestehen im Bereich des Flugverkehrs noch erhebliche Potenziale zur Emissionsminderung durch Flugroutenoptimierung und Erhöhung der Auslastung, durch verbesserte Kommunikations-, Navigations- und Überwachungssysteme, sowie durch Optimierung der Triebwerke und Verbesserung der Aerodynamik (CAMES et al. 2004, S. 120 ff.). Die Europäische Kommission hat deshalb bereits im Jahr 2005 vorgeschlagen, den Luftverkehr in den Emissionshandel einzubeziehen (Europäische Kommission 2005c). Hieraus aufbauend legte die Kommission dann im Dezember 2006 einen Vorschlag für eine entsprechende Richtlinie zur Einbeziehung des Luftverkehrs in das System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Gemeinschaft vor (Europäische Kommission 2006g), welcher insbesondere folgende Eckpunkte umfasst:

- Das System gilt ab 1. Januar 2011 für alle Flüge zwischen EU-Flughäfen (einschließlich Inlandsflugverkehr) und ab 1. Januar 2012 zusätzlich für alle Flüge, die an einem EU-Flughafen starten oder landen. Ausgenommen sind Flüge mit Staatsluftfahrzeugen, Flüge nach Sichtflugregeln, Rund-, Test-, Übungs- und Rettungsflüge sowie Flüge mit Luftfahrzeugen mit einem maximalen Startgewicht von weniger als 5 700 kg.

- Zertifikatpflichtig sind die Flugzeugbetreiber, wobei die Betreiber (einschließlich Betreiber aus Drittländern) auf Ebene der Mitgliedstaaten verwaltet werden.
- Die Gesamtzahl der zuzuteilenden Zertifikate wird auf Basis der durchschnittlichen Luftverkehrsemissionen im Zeitraum von 2004 bis 2006 festgelegt.
- Ein noch festzulegender Prozentsatz der Gesamtzahl an Zertifikaten wird versteigert, während der Rest den Flugzeugbetreibern nach einem gemeinschaftsweit harmonisierten Verfahren kostenlos zugeteilt wird.
- Die zertifikatpflichtigen Emissionen werden als der jeweilige Treibstoffverbrauch, multipliziert mit einem Standardemissionsfaktor gemäß IPCC-Leitlinien 2006, berechnet, wobei der Emissionsfaktor für Biokraftstoffe Null beträgt.
- Das neue Handelssystem wird mit dem bestehenden Handelssystem verknüpft, so dass die Flugzeugbetreiber auch Zertifikate von anderen am Gemeinschaftssystem teilnehmenden Sektoren erwerben können.
- Die Kommission wird bis Ende 2008 einen Vorschlag zur Einbeziehung der luftverkehrsbedingten Stickoxidemissionen vorlegen.

Die Umweltminister der Mitgliedstaaten haben mit Ausnahme des ungarischen Umweltministers den Richtlinienvorschlag am 20. Februar 2007 zustimmend zur Kenntnis genommen, wobei jedoch unter Wettbewerbsgesichtspunkten Kritik daran geäußert wurde, dass Flüge, die die EU-Grenze überschreiten, erst ein Jahr nach in Kraft treten des Handelssystems einbezogen werden sollen (ENDS Europe DAILY, 21. Februar 2007). Darüber hinaus wurden von einigen Mitgliedstaaten Ausnahmeregelungen gefordert für Flüge in Gebiete, die auf dem Landweg schwer erreichbar sind oder die in besonderem Maße vom Tourismus abhängig sind.

196. Im Rahmen der ersten Lesung im Europäischen Parlament am 13. November 2007 wurde der RL-Vorschlag zur Einbeziehung des Luftverkehrs im Grundsatz zustimmend zur Kenntnis genommen, es wurden jedoch einige Verschärfungen gefordert (vgl. EurActiv, 13. November 2007). So soll das System bereits ab 1. Januar 2011 für alle Flüge gelten, die an einem EU-Flughafen starten oder landen, und die Gesamtzahl der zuzuteilenden Zertifikate soll lediglich 90 % der durchschnittlichen Emissionen im Zeitraum von 2004 bis 2006 betragen, wobei ein Viertel hiervon im Wege der Versteigerung verteilt werden soll. Darüber hinaus wurde gefordert, den zugrunde gelegten Emissionsfaktor zu verdoppeln, um den zusätzlichen Klimawirkungen der flugbedingten NO_x-Emissionen Rechnung zu tragen und die Fluggesellschaften sollen im Rahmen einer sogenannten Effizienzklausel verpflichtet werden, zunächst eigene Vermeidungsanstrengungen zu unternehmen, bevor sie Emissionszertifikate aus anderen Sektoren hinzukaufen dürfen.

Diese Verschärfungen lehnte der Rat der EU-Umweltminister jedoch am 20. Dezember 2007 ab (vgl. EurActiv, 20. Dezember 2007). Stattdessen soll das System erst ab 2. Januar 2012 für alle Flüge gelten, die an einem EU-Flughafen starten oder landen, und das Emissionsbudget soll sich wie ursprünglich vorgesehen an den durchschnittlichen Luftverkehrsemissionen im Zeitraum von 2004 bis 2006 orientieren, wobei lediglich 10 % der insgesamt verfügbaren Zertifikate auf dem Wege der Versteigerung verteilt werden sollen. Darüber hinaus sieht der Kompromiss der EU-Umweltminister weder Maßnahmen zur Berücksichtigung der Klimawirkungen flugbedingter NO_x-Emissionen noch Beschränkungen für den Zukauf von Zertifikaten aus anderen Sektoren vor.

197. In Anbetracht der starken Wachstumsdynamik und der Klimawirksamkeit ist die Einbeziehung des Flugverkehrs in den Handel mit Treibhausgasemissionen im Grundsatz zu begrüßen. Auch die unbeschränkte Verknüpfung mit dem EU-Handelssystem für stationäre Quellen ist im Sinne einer sektorübergreifenden Optimierung sinnvoll. Der Kompromiss der EU-Umweltminister bleibt jedoch in verschiedenen Punkten unbefriedigend. Dies betrifft vor allem die Festlegung des Emissionsbudgets auf Basis der durchschnittlichen Luftverkehrsemissionen im Zeitraum von 2004 bis 2006, die als zu anspruchslos zu kritisieren ist. Zwar ist das angestrebte EU-weit harmonisierte Zuteilungsverfahren zu begrüßen, allerdings wäre eine vollständige Versteigerung aufgrund der oben genannten (vgl. Tz. 170-174) Probleme der kostenlosen Zuteilung vorzuziehen. Darüber hinaus ist die fehlende Berücksichtigung der Klimawirkung von Wasserdampf-, NO_x- und Partikelemissionen zu kritisieren. Außerdem könnte die in der aktuellen Diskussion geforderte Spreizung der Start- und Landegebühren nach Schadstoffklassen eine sinnvolle Ergänzung zum Emissionshandel sein. Hier könnte ein Ansatzpunkt für die von der Kommission angedachte Berücksichtigung der NO_x-Emissionen bestehen.

Auch warnt eine neuere Studie, dass die Einbindung des Flugverkehrs in den Emissionshandel aufgrund seiner starken Wachstumsdynamik ab 2011 bis 2012 zu spät kommt. Die Autoren gehen von jährlichen Wachstumsraten der Emissionen von 6 bis 7 % aus. Diese müssten bei ungebremstem Wachstum dann zum Zeitpunkt der Einbindung wieder rückgängig gemacht werden, um ein ökologisch integeres Emissionsbudget zu erreichen, was als politisch unrealistisch angesehen wird (ANDERSON et al. 2007). In diesem Zusammenhang wird auch auf die kontraproduktive Wirkung von Infrastruktursubvention für den Flugverkehr aufmerksam gemacht (EurActiv, 4. September 2007; UPHAM et al. 2007).

198. Der vorliegende Richtlinienvorschlag sieht – bei einem entsprechenden Beschluss – vor, den Luftverkehr bei der Allokation der Emissionsrechte analog zur Industrie zu behandeln (Europäische Kommission 2008e). Das heißt, die anfängliche

Versteigerungsrate von 20 % im Jahr 2013 soll bis 2020 linear auf 100 % erhöht werden (vgl. Tz. 187). Diese Regelung erscheint durchaus sinnvoll. Angesichts der Wachstumsraten des Luftverkehrs wäre eine Einführung vor 2013 dennoch zu begrüßen.

Einbeziehung des Schiffsverkehrs

199. Die Europäische Kommission plant auch die Einbindung des Schiffsverkehrs in den Emissionshandel und folgt damit der Empfehlung eines von ihr in Auftrag gegebenen Gutachtens (ENDS Europe DAILY, 17. April 2007; CE DELFT et al. 2006). Der Schiffsverkehr ist gegenwärtig für circa 0,5 % der gesamten Treibhausgasemissionen in der EU verantwortlich, wobei sich zwischen 1990 und 2004 ein kumulatives Wachstum der Emissionen von etwa 9 % feststellen lässt (EEA 2007a). Zwar ist in Anbetracht der geringen Wachstumsdynamik der Treibhausgasemissionen die Einbeziehung des Schiffsverkehrs in den Treibhausgashandel weniger dringlich und das alternative Instrument differenzierter Hafengebühren wäre einfacher zu administrieren. Aber aufgrund der Analogie zum Luftverkehr erscheinen die offenen Fragen beherrschbar. So lässt sich die als ein Hauptproblem angesehene Frage des richtigen Allokationsmodus der Emissionsrechte aus Sicht des SRU leicht mit der Versteigerung beantworten, so dass einige Ergebnisse übertragbar sind. Der ökologische Vorteil einer Einbindung in den Emissionshandel gegenüber differenzierten Hafengebühren liegt in der absoluten Begrenzung der Emissionen. Entsprechende Regelungen für den Schiffsverkehr wurden jedoch nicht in die Novelle der Emissionshandelsrichtlinie aufgenommen, da die Europäische Kommission hier zunächst noch einen weiteren Klärungsbedarf sieht.

3.5.4.5 Weitere Harmonisierung, Vereinfachung des Vollzugs

200. Der Richtlinienentwurf sieht weiterhin eine Reihe von Vereinheitlichungen zur Harmonisierung des Vollzugs vor. Dazu gehören die einheitliche Definition des Anlagenbegriffs (Art. 3), einheitliche Richtlinien zur Überwachung und Berichterstattung (Art 14), eine EU-weite einheitliche Verifizierung sowie eine EU-weite Anerkennung der Verifizierer (Art. 15). Diese nicht unwichtigen Detailregelungen sind zu begrüßen, da hier eine Senkung der systemweiten Transaktionskosten zu erwarten ist. Zudem soll es zukünftig nur noch ein EU-weites Emissionshandelsregister geben (Art. 19). Auch das ist im Prinzip zu begrüßen. Voraussetzung ist allerdings, dass die Europäische Kommission entsprechende administrative Ressourcen bereitstellt, um Probleme, wie sie bei der derzeitigen Verknüpfung der EU- und UNFCCC-Handelsregister auftreten, zu vermeiden (Carbon Finance, 20. Februar 2008).

3.5.4.6 Verknüpfung mit Drittländern

201. Im Rahmen des Review-Prozesses wurde auch untersucht, inwieweit in Drittländern vergleichbare Emissionshandelssysteme angewandt bzw. geplant werden und inwieweit diese Systeme mit dem EU-System verknüpft werden können (vgl. ICAP 2007). Eine solche Verknüpfung ist im Grundsatz zu begrüßen, da eine Marktintegration einerseits verringerte gesamtwirtschaftliche Klimaschutzkosten durch zusätzliche Vermeidungsoptionen und andererseits eine geringere Volatilität bedeuten. Weiterhin würden die gegenwärtigen Wettbewerbsverzerrungen im Verhältnis zu den Industrien in Drittländern aufgehoben (SRU 2006, Tz. 28-9). Eine solche Verknüpfung hat allerdings einige technische Voraussetzungen wie die gegenseitige Anerkennung der Emissionsrechte, Kompatibilität der Register, eine klare Abgrenzung der Systeme zur Vermeidung von Doppelzählungen usw. (BUCHNER 2007; EDENHOFER et al. 2007). Die Europäische Kommission hat ihren Standpunkt im Rahmen der Novelle bekräftigt, keine Verbindung zu Systemen mit relativen (anstatt absoluten) Reduktionszielen zu akzeptieren (ENDS Europe DAILY, 18. Juni 2007), was durch den Europäischen Rat auf der Frühjahrstagung 2008 bestätigt wurde (Europäischer Rat 2008, S. 13). So ist – offensichtlich mit Blick auf das entstehende Emissionshandelssystem im Nordosten der USA – die gegenseitige Anerkennung der Emissionsrechte mit anderen Systemen mit absoluten Emissionsobergrenzen vorgesehen, die „in Drittländern oder in subföderalen oder regionalen Verwaltungseinheiten bestehen“ (Art. 24a).

202. Eine weitere Frage im Rahmen des Review-Prozesses bestand darin, inwieweit Emissionsgutschriften aus Projekten aus Entwicklungs- und Schwellenländern (CDM und JI) weiter anerkannt werden sollten. Um den Vermeidungsdruck innerhalb und den Verhandlungsdruck außerhalb der EU aufrecht zu erhalten, macht der Richtlinienvorschlag dies vom Zustandekommen eines internationalen Klimaschutzabkommens nach 2012 (vgl. Tz. 97 f.) und dem daraus folgenden Reduktionsziel abhängig. Bei geltendem 20 %-Ziel können lediglich alle für die zweite Handelsperiode bereits zugelassenen und noch nicht genutzten Gutschriften – entsprechend über ein Drittel der Vermeidungsleistung der dritten Handelsperiode – aufgebraucht werden. Bei geltendem strengerem Vermeidungsziel kann hingegen insgesamt die Hälfte der zusätzlich zu erbringenden Vermeidungsleistungen durch sie erbracht werden. Die zusätzlichen Gutschriften sollen allerdings nur aus den Unterzeichnerstaaten des internationalen Abkommens akzeptiert werden. Für bestimmte Projekttypen und Projekte in am wenigsten entwickelten Ländern gelten einige Ausnahmen (Art. 11a). Dies ist verhandlungsstrategisch verständlich; Allerdings wäre in Anbetracht der kostengünstigen Vermeidungspotenziale in Entwicklungs- und Schwellenländern eine Ausdehnung der CDM/JI-Aktivitäten aus rein ökonomischer Perspektive zu begrüßen gewesen.

3.5.5 Emissionshandel auf der ersten Handelsstufe

3.5.5.1 Einleitung

203. Der SRU hat 2002 ein übergreifendes Emissionshandelskonzept vorgeschlagen, das alle Emissionen aus fossilen Energien auf der Ebene der Primärenergiegestehung bzw. des -imports erfasst (SRU 2002a, Tz. 473; SRU 2004, Tz. 48; SRU 2006, Tz. 6; SRU 2005a, Tz. 15; SRU 2007, Kasten nach Tz. 151).

Der sektorale Ansatz des jetzigen Systems stellt eine signifikante Schwäche dar, da hier nur ein Teil der nationalen Emissionen erfasst wird. Wollte der Staat mit diesem Ansatz eine Kosten minimierende Klimapolitik betreiben, müsste er die Vermeidungskosten aller Sektoren kennen, um die optimale Aufteilung der Emissionsbudgets zwischen den Handels- und Nicht-Handelssektoren zu bestimmen (BÖHRINGER et al. 2006). Weiterhin weisen die notwendigen zusätzlichen Maßnahmen, die im nationalen Klimaschutzprogramm (Deutscher Bundestag 2005) bzw. im neu aufgelegten integrierten Energie- und Klimaprogramm (vgl. Abschn. 3.3.4) aufgeführt sind, regelmäßig geringere Zielerreichungsgrade (Effektivität) und höhere gesamtwirtschaftliche Kosten (geringere Effizienz) auf. So haben sich die Maßnahmen des 2005er Programms als weitgehend wirkungslos erwiesen. Von den avisierten 15 Mt/a des Programms hat die Europäische Kommission 11,6 Mt CO_2/a (entsprechend 77 %) als nicht hinreichend substanziiert angesehen und (gemäß des Anteils des Handelssektors an den Gesamtemissionen) 5,4 Mt CO_2/a vom Emissionsbudget abgezogen um die Erreichung des deutschen Kyoto-Ziels zumindest nicht unmöglich zu machen (Europäische Kommission 2006b, S. 10 ff; Deutscher Bundestag 2005, S. 4).

Durch die geplante Einbeziehung des Flug- und Schiffsverkehrs in den Emissionshandel werden faktisch erste Schritte in Richtung auf eine umfassendere und übergreifende Regelung unternommen. Ein Übergang zur ersten Handelsstufe wäre nur folgerichtig. Hier ergibt sich die grundsätzliche Frage, ob es sinnvoll ist, nach und nach immer weitere Sektoren in den Treibhausgashandel einzubeziehen (Kraftfahrzeuge, Flugzeuge, Schiffe, eventuell weiße Zertifikate für den Endenergieverbrauch), womit die Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Teilsystemen immer unübersichtlicher und die Komplexität des Gesamtsystems potenziert wird. Die Einbeziehung von weiteren Sektoren sollte daher als Übergangsstrategie zu einem Emissionshandel auf der ersten Handelsstufe angesehen werden.

3.5.5.2 Grundlegende Funktionsweise

Ansatzpunkt

204. Im Gegensatz zum vorherrschenden Emissionshandel auf sektoraler Ebene setzt der Emissionshandel auf der obersten Handelsstufe bei den Produzenten und Importeuren fossiler, kohlenstoffhaltiger Brennstoffe an, wodurch deutlich weniger Unternehmen erfasst und kontrolliert werden müssten. Nicht der direkte Kohlendioxidausstoß einer einzelnen Produktionsanlage, sondern der in den Verkehr gebrachte Kohlenstoff wird erfasst (sogenannte Brennstoffzertifikate). Adressaten des Emissionshandels sind daher:

- Raffinerien: Erfassung aller Erdölprodukte und des in ihnen enthaltenden Erdölanteils (Anzahl europaweit ca.104 Anlagen, REINAUD 2005)
- Öl-Importeure: Erfassung aller in den EU-Raum importierten Erdölprodukte
- Erdgashandel: Erfassung des Marktabsatzes von leitungsgebundenem Erdgas und Flüssiggas
- Kohlehandel: Erfassung der EU-weiten Kohleproduktion und des Kohlehandels (2005: Stein- und Braunkohleverbrauch 769,4 Mio. t, Importanteil 28,2 %)

Die Gesamtheit aller Anbieter von fossilen Brennstoffen muss für die von ihnen am Markt abgesetzten Kohlenstoff Emissionsrechte in Höhe der vom Staat zugelassenen maximalen Treibhausgasemissionen vorweisen – was aufgrund des proportionalen Zusammenhangs zwischen Kohlenstoffgehalt und bei der Verbrennung entstehender Kohlendioxidemission möglich ist. Anstatt der Gesamtheit der Emissionen des erfassten Sektors, wird der insgesamt abgesetzte Kohlenstoff (als potenzielle Emission) begrenzt. Damit ist jedoch keine absolute Begrenzung der absetzbaren Primärenergiemenge verbunden, da der Heizwert fossiler Brennstoffe nicht nur vom Kohlenstoffgehalt, sondern auch vom in ihnen enthaltenen Anteil sonstiger brennbarer Stoffe abhängig ist.

Anreizwirkungen

205. Je nach Anzahl der ausgegebenen Kohlendioxid-Emissionsrechte bestehen für die Produzenten und Importeure von Brennstoffen Anreize zur Brennstoffsubstitution. Substitutionsprozesse zwischen unterschiedlichen fossilen Brennstoffen zur Minimierung des Kohlenstoffanteils der Primärenergieträger sind daher möglich. Darüber hinaus können auch fossile Brennstoffe durch Brennstoffe auf der Basis nachwachsender Rohstoffe oder durch andere erneuerbare Energien substituiert werden. Im Gegensatz zum jetzigen Emissionshandel werden die bei der Herstellung von nachwachsenden Rohstoffen anfallenden energiebedingten

Kohlendioxidemissionen der Vorkette beim Emissionshandel auf der ersten Handelsstufe bereits berücksichtigt. Nicht erfasst werden – in beiden Systemen – eventuelle Emissionen aus veränderter Landnutzung (SRU 2007). Ökonomische Anreizwirkungen des Instruments werden durch die künstliche Verknappung der insgesamt mit fossilen Brennstoffen in den Verkehr gebrachten Kohlenstoffmenge ausgelöst. Grundsätzlich führt die Verknappung des fossilen Kohlenstoffanteils im Brennstoffangebot zu einer kurzfristigen Reduzierung des Primärenergieträgerangebots. Die Handelbarkeit der Emissionsrechte erlaubt den Produzenten jedoch eine an die jeweiligen Marktbedingungen angepasste optimale Menge und Struktur der Brennstofferzeugung und -vermarktung aufrecht zu halten. Die einzelnen Produzenten und Händler sind durch die Handelbarkeit der Brennstoffzertifikate nicht unmittelbar gezwungen, ihr Brennstoffangebot nach Maßgabe der dem Unternehmen zugeteilten Brennstoffzertifikate zu reduzieren. Vielmehr können sie sich durch einen Kauf bzw. Verkauf der Zertifikate wesentlich flexibler an die administrativ vorgegebene Knappheitssituation anpassen. Analog zum jetzigen Emissionshandel bewirkt die Handelbarkeit der Brennstoffzertifikate, dass diejenigen Anbieter den Kohlenstoffanteil ihres Brennstoffangebots am stärksten reduzieren, bei denen Absatzreduktionen und Substitution die geringsten Kosten der Produktion und Beschaffung verursachen. Die dadurch freiwerdenden Brennstoffzertifikate können von Anbietern mit höheren Anpassungskosten erworben werden.

Die Wirkung der Preissignale des Emissionshandels auf der obersten Handelsstufe erzeugt im Gegensatz zum bisherigen Handelssystem in allen Wirtschaftssektoren Anpassungsreaktionen. Durch den Handel bestimmen diejenigen Unternehmen den Preis der Emissionsrechte, die den Absatz fossiler Brennstoffe am kostengünstigsten reduzieren oder durch andere Brennstoffe substituieren können. Dieser Preis wird an alle Produktionssektoren und Haushalte weitergegeben, so dass alle Sektoren ein identisches, den minimalen Vermeidungskosten entsprechendes Preissignal erhalten. Sektorale Handelssysteme ermöglichen diesen weiten Kostenausgleich nicht und zwingen daher die Akteure innerhalb der Handelssektoren zu aufwendigeren Vermeidungsmaßnahmen. Dementsprechend erhöhen sich die volkswirtschaftlichen Gesamtkosten und die Preiswirkungen des partiellen Handelssystems – im Falle Deutschlands um ein Mehrfaches (BÖHRINGER et al. 2006).

Die Überwälzung der Kosten der Anpassung des Brennstoffangebots auf die nachfolgenden industriellen und privaten Verbraucher ist eine systemimmanente und erwünschte Wirkung (SRU 2006, Tz. 5f). Dabei werden die Kosten dieses Instrumentes über die Preissignale der Primärenergieträger von *allen* Energieverbrauchern nach Maßgabe ihres Anteils am Verbrauch des jeweiligen Primärenergieträgers bzw. der unter deren Verwendung hergestellten Güter getragen. Auf der sekundären

Produktionsebene verursachen die höheren Endenergiekosten eine Reduzierung der gewinnmaximalen Produktionsmenge, was auf den Endproduktmärkten relative Preissteigerungen und eine entsprechende Minderung der nachgefragten Menge nach sich zieht. Mittelfristig passen sich sowohl Brennstoffangebot als auch -nachfrage an die neue Knappheitssituation an (Brennstoffsubstitution, Erhöhung der Energieeffizienz, Nachfragerückgang bei energieintensiven Gütern). Der Preisimpuls des Emissionshandels induziert auf beiden Marktseiten einen Kosten senkenden Innovationsimpuls, der langfristig auch zu einer dynamisch effizienten Zielerreichung beiträgt. Der Marktpreisanstieg für Endenergie dürfte sich dadurch im Zeitverlauf reduzieren, wobei die Dynamik dieser Preisanpassung von der Rate des ausgelösten technischen Fortschritts abhängig ist.

Verteilungswirkungen

206. Die Verteilung der Kosten der Brennstoffzertifikate auf die Produktionssektoren und Endverbraucher ist von der relativen Anpassungsfähigkeit beider Marktseiten an die veränderten Kosten abhängig. Dabei trägt diejenige Marktseite den höchsten Anteil an den Gesamtkosten, deren Möglichkeiten einer Mengenanpassung auf Preisänderungen aufgrund mangelnder kostengünstiger Alternativen am geringsten sind. Unterschiede in den Kosten der Anpassung sind in erster Linie technologiebedingt. Die Belastungsverteilung wird einerseits durch die Marktform, andererseits durch das Vorhandensein technischer Nutzungsalternativen bestimmt. Die Kosten des Emissionshandels sind unter den Bedingungen eines intensiven Anbieterwettbewerbs vor allem vom Verbraucher zu tragen, weil die Anbieter ihre Angebotsmenge in der Regel schneller an die erhöhten Produktionskosten anpassen können und die Nachfrager mangels schnell verfügbarer Alternativen ihre Nachfragemenge nur langsam reduzieren. Dagegen liegt die Hauptlast des Brennstoffzertifikatehandels in Märkten mit wenigen Wettbewerbern eher auf Seiten der Unternehmen (HEISTER et al. 1990). Diese können aufgrund ihres jeweils hohen Marktanteils ihre Angebotsmenge nicht einfach Gewinn maximierend am herrschenden Marktpreis ausrichten. Vielmehr müssen sie berücksichtigen, dass ihre individuelle Angebotssenkung über steigende Brennstoffpreise einen unmittelbaren Einfluss auf die nachgefragte Gütermenge und den Marktpreis sowie den zukünftigen Marktanteil aktueller und potenzieller Wettbewerber ausübt. Um in dieser Situation den Gewinn zu maximieren, wird der einzelne Oligopolist eine geringere Angebotsreduktion als im Wettbewerbsfall vornehmen (VISCUSI et al. 2005, S. 174 ff).

Zwei grundsätzliche Alternativen der Anfangsverteilung der Brennstoffzertifikate sind möglich. Neben einer unentgeltlichen Verteilung nach einem vorab entwickelten Verteilungsschlüssel ist auch eine Versteigerung der Emissionsrechte möglich. Die Wahl dieser Allokationsverfahren hat zwar grundsätzlich keinen Einfluss auf die

Anreizwirkung des Systems, ist aber vor allem aus verteilungspolitischen Erwägungen vor dem Hintergrund der Notwendigkeit der Verteilung eines enormen Vermögenswerts auf wenige Unternehmen von außerordentlich hoher politischer Brisanz. Verteilungsverfahren, deren Ergebnis von den Unternehmen durch bestimmte Produktions- oder Investitionsentscheidungen beeinflusst werden können, führen zudem zu Effizienzverlusten. Daher gilt es, Verteilungskämpfe zwischen den einzelnen Handelspflichtigen von vorn herein zu vermeiden. Diese Aufgabe kann nur eine Versteigerung aller Brennstoffzertifikate leisten. Mit der Aufkommensverwendung der Auktionserlöse für die Senkung von Steuern und Abgaben mit besonders hohen volkswirtschaftlichen Zusatzkosten sind zusätzliche Effizienzgewinne möglich (SRU 2006).

Geringe administrative Kosten

207. Da im Unterschied zum sektoralen System ein Emissionshandelssystem auf der obersten Handelsstufe weit weniger Unternehmen erfassen muss (ca. 1 000 Unternehmen anstatt derzeit EU-weit über 11 400 Anlagen) und kaum Abgrenzungsprobleme bestehen, dürften sich die Kosten der Allokation der Emissionsrechte und der Kontrollaufwand erheblich reduzieren. Es ist davon auszugehen, dass angesichts der vergleichsweise geringen Anzahl der Unternehmen in einem Upstream-System und der anhand relativ einfacher brennstoffspezifischer Indikatoren schätzbaren Kohlenstoffmenge der in Umlauf gebrachten Brennstoffe kein höherer Aufwand als unter dem gegenwärtigen System (mit einer Erfassung in Deutschland von nur rund 60 % der Gesamtemissionen) zu erwarten ist. Die politischen Schwierigkeiten der Einführung und der differenzierten Umsetzung eines solchen Systems (etwa beim Import von Mineralölprodukten) bleiben davon unberührt.

3.5.5.3 Umsetzung

Ansatzpunkt des Handels

208. Für den Emissionshandel auf der ersten Handelsstufe sind grundsätzlich drei Ansatzpunkte möglich:

- Ebene der Rohstoffextraktion (Kohle-, Öl- bzw. Gasförderung),
- Ebene der Verarbeitung (Raffinerien, Veredlungsanlagen für Gas- und Kohle),
- Transport und Verteilung der Brennstoffe.

Auf den jeweiligen Stufen kann die Freisetzung von Kohlendioxid über eine Nachweispflicht für Kohlenstoff-Inputs oder -Outputs kontrolliert werden. So würden Brennstoffzertifikate einer Raffinerie erlauben, eine Menge an Erdöl zu verarbeiten, die bei der späteren Verwertung zu einer entsprechenden Freisetzung von Kohlendioxid

führt. Ein auf den Output der Raffinerie bezogenes Zertifikat würde der Anlage dagegen ermöglichen, eine Menge des verarbeiteten Produkts in den Verkehr zu bringen, aus der bei der weiteren Verarbeitung die verbriefte Kohlendioxidmenge freigesetzt wird. Gleiche Möglichkeiten der Handhabung ergeben sich für die Förderung von Kohle und Erdgas.

Die Wahl dieser Optionen ist abhängig von der administrativen Handhabbarkeit und ihrer Eignung zur möglichst breiten Erfassung aller potenziellen Kohlendioxidemissionen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Erfassung der Emissionen umso vollständiger ist, je näher die Einbindung der Wirtschaft ins Handelssystem an den Prozess der Rohstoffextraktion erfolgt. Bezüglich der administrativen Handhabbarkeit und des Kontrollaufwandes ist die Anzahl der einzubindenden Unternehmen und die Menge mit vertretbarem Aufwand zu beschaffender Produktionsdaten zu berücksichtigen. Dabei sollte das System dort ansetzen, wo mit hinreichender Genauigkeit die späteren Emissionen abgeschätzt werden können. Unter Berücksichtigung dieser Kriterien könnte eine Erfassung an folgenden Punkten der Wertschöpfungskette erfolgen (HARGRAVE 1998; 2002):

- Raffinerien: Dort wird ein großer Teil der in Europa genutzten Kraftstoffe erzeugt. Die Anzahl der Unternehmen beläuft sich dagegen auf eine administrativ handhabbare Größenordnung (104 Anlagen). Sinnvoll ist eine Erfassung der Rohstoffinputs der Raffinerien, da hierbei lediglich der Kohlenstoffanteil weniger Inputs (Rohöl, Flüssiggase) und nicht der vielen unterschiedlichen Raffinerieprodukte erfasst werden muss. Der administrative Aufwand für Industrie und Staat wäre deutlich geringer. Darüber hinaus erfolgt eine vollständigere Erfassung der Emissionen, da auch der Eigenverbrauch der Anlagen Berücksichtigung findet.
- Ölimporteure: Die von diesen Unternehmen importierten Raffinerieprodukte werden nicht bei den europäischen Raffinerien erfasst.
- Betreiber von Erdgasleitungen: Hier können die auf der Ebene des Erdgastransport auftretenden Emissionen (Eigenverbrauch in den Verdichteranlagen) adäquat berücksichtigt werden. Die relevanten Daten zur Bestimmung der potenziellen Emissionen sind in Form des Energiegehalts der Gase vorhanden. Dieser ist streng korreliert mit dem Kohlenstoffanteil des transportierten Erdgases. Die Doppelzählung von Mehrfachtransporten kann durch eine Nachweispflicht ausschließlich für Lieferungen aus Erdgasprimärquellen und Verarbeitungsanlagen, nicht jedoch aus anderen Netzen verhindert werden.
- Anlagen zur Erdgasverarbeitung: Erfassung des Kohlenstoffanteils in Flüssiggasen (Ethan, Butan, Propan, Schweröle). Diese Gase werden sowohl zur Energieerzeugung als auch als Prozessgase in der chemischen Industrie verwendet

und müssen daher getrennt erfasst werden. Vorteilhaft ist das verarbeitete Produkt als Bemessungsgrundlage, da der Anlagenbetreiber im Gegensatz zu den relativ heterogenen Inputs genaue Aussagen zum Kohlenstoffgehalt der Endprodukte machen kann. Auch hier müssen – möglichst standardisierte – Verfahren gefunden werden, den Eigenverbrauch der Anlagen in den Emissionshandel einzubeziehen. Eine Berücksichtigung des Ex- und Imports von Flüssiggasen ist ebenso notwendig.

- Anlagen zur Veredlung von Kohle: Hier können die Emissionspotenziale von in Europa verarbeiteter Importkohle erfasst werden.
- Kohlegruben und Tagebauanlagen zur Braunkohleförderung: Ein großer Teil der in Europa verbrauchten Kohle wird in Europa gefördert (Eigenerzeugung in Europa im Jahr 2005 über 70 %) (EURACOAL 2006). Die Anzahl der Förderanlagen dürfte vergleichsweise gering sein, die Verfügbarkeit der notwendigen Daten damit günstig und zuverlässig. Ein Nachweis von Brennstoffzertifikaten für die Lieferungen in Anlagen zur Veredlung von Kohle ist nicht notwendig, da die Verarbeitungsanlagen für ihre Endprodukte nachweispflichtig sind.

Als Übergangslösung ist ein sogenannter hybrider Ansatz denkbar, in dem das bestehende System mit dem Emissionshandel auf der ersten Handelsstufe kombiniert wird. Dabei würden zunächst nur die bisherigen Nichthandelssektoren auf der ersten Handelsstufe erfasst, während die Regulierung der Handelssektoren der Emissionshandelsrichtlinie zunächst unverändert bliebe (HARGRAVE 2000; SORRELL 2006). In einem zweiten Schritt würden letztere dann auf die erste Handelsstufe verlagert und die Systeme integriert. Für die Übergangszeit würde dies allerdings eine buchhalterische Trennung der an den oben genannten Anknüpfungspunkten verkauften Energie erfordern, um Doppelzählungen zu vermeiden. Das heißt, die unter die bestehende Emissionshandelsrichtlinie fallenden Abnehmer müssten – weil sie, wie bisher, downstream zertifikatspflichtig sind – an den oben genannten Anknüpfungspunkten von der Zertifikatspflicht ausgenommen werden. Vor diesem Hintergrund bleibt zu fragen, ob die komplette Umstellung in einem Schritt nicht doch die sinnvollere Alternative darstellt.

Berücksichtigung von nicht-energetisch genützten fossilen Brennstoffen und Exporten

209. Ein Teil der fossilen Brennstoffe (2004: 7,4 % des Primärenergieangebots; IEA 2006a) wird für die Produktion in der chemischen Industrie verwendet und bildet dort den Rohstoff für eine Reihe von Produkten (Öle, Wachse, Asphalt, Flüssiggase (Butan, Propan) zur Verwendung in der Chemieindustrie). Während der Produktion erfolgt über einen vorab nur grob abschätzbaren Zeithorizont eine Sequestrierung des Kohlenstoffs in den Endprodukten. Hier besteht eine größere zeitliche Diskrepanz

zwischen dem Zeitpunkt der Zertifikatspflicht und der Emission als bei der Verwendung als Brennstoff. Denkbar wären hier zur adäquaten Erfassung Gutschriften für den aus Vergangenheitswerten ermittelten Anteil nichtenergetischen Kohlenstoffs in den Treibhausgasinventaren, deren Höhe in regelmäßigen Abständen an die tatsächliche Anteilsverteilung anzupassen wäre (HARGRAVE et al. 1998, S. 7 f.). Angesichts des relativ geringen Anteils stellt sich allerdings die Frage nach der Notwendigkeit.

Zur Vermeidung von Doppelzählungen von Flüssiggasen für Raffinerieprozesse müssten diese vom Emissionshandel auf der Produktionsebene ausgenommen werden. Denkbar wäre, den Anteil von Flüssiggasen, der von Anlagen zur Gasverarbeitung an Raffinerien geliefert wird, vom Emissionshandel auszunehmen. Eine Berücksichtigung der potenziellen Emissionen dieser fossilen Rohstoffe würde dann bei den Raffinerien erfolgen. Schließlich ist eine Doppelzählung von zwischen verschiedenen Raffinerien gehandelten intermediären Produkten zu verhindern. Hier ist analog zur obigen Vorgehensweise entweder der Hersteller oder der Empfänger verpflichtet Brennstoffzertifikate nachzuweisen.

Ein Teil der Ölimporte entfällt auf bereits verarbeitete Erdölprodukte (2004: EU-15 knapp 30 %) und muss daher bereits bei der Einfuhr durch Importunternehmen in den Emissionshandel einbezogen werden. Klärungsbedarf besteht bei den Exporten. Da die Emissionen außerhalb der EU zielwirksam werden, müssten diese entsprechend der landesspezifischen Emissionsziele vom Emissionshandel ausgenommen werden.

Berücksichtigung von Carbon Capture and Storage und Senkenprojekten

210. In einem Emissionshandel auf der ersten Handelsstufe werden bereits die potenziellen Emissionen aus der Verwendung fossiler Brennstoffe Mengenrestriktionen ausgesetzt. Dadurch würden weder die in Kapitel 3.6 beschriebene Abscheidung und Lagerung von CO_2 noch die Einbindung durch (Wieder-)Aufforstungsprojekte Berücksichtigung finden. Allerdings können dieselben Ansätze, die zur Einbindung von CCS in den jetzigen Emissionshandel diskutiert werden, auch auf den Emissionshandel auf der ersten Handelsstufe übertragen werden. So ist es möglich, eine erfolgreiche und nachweislich sichere Kohlendioxidspeicherung durch Emissionsgutschriften zu verbriefen und derartige Senkenzertifikate für den Upstream-Handel zuzulassen. In einem solchen System unterliegen sowohl Emittenten als auch Betreiber von Senken dem Emissionshandel. Nachgewiesene Netto-Kohlendioxid-Speichermengen generieren zusätzliche Emissionszertifikate, die von den Senkenbetreibern auf dem Zertifikatmarkt verkauft werden können. Speicherbetreiber hätten einen Anreiz, Emissionen von Anlagenbetreibern zu erwerben, um die hierfür zugeteilten Senkenzertifikate gewinnbringend am Markt für Emissionsberechtigungen verkaufen zu können (mündliche Mitteilung der DEHSt, 11. Juli 2007).

3.5.6 Fazit

211. In der Anfangsperiode hat der Emissionshandel noch an hoher Komplexität und Ineffizienz aufgrund von Partikularinteressen gelitten. Mit dem beschlossenen NAP II ist hier innerhalb des bestehenden Rahmens eine deutliche Verbesserung eingetreten. Und mit der nun vorgelegten Revision der Emissionshandelsrichtlinie sind mit dem einheitlichen, langfristig berechenbaren Emissionsbudget und der schrittweise vollständigen Versteigerung sowie den weiteren angestrebten Vereinfachungen einige für die europäische Rahmensetzung mehr als begrüßenswerte Verbesserungen auf den Weg gebracht worden. Bei der Übergangsregelung für die Industrie ist eine Harmonisierung zwar besser als einzelstaatliche Regeln, gleichwohl ist die zusätzliche Komplexität, die in das System gebracht wird, gegenüber dem vermeintlichen Nutzen abzuwägen. Das gleiche gilt für die vorgesehenen Ausnahmeregelungen für vermeintlich von Abwanderung betroffene Industrien, die entsprechend restriktiv gehandhabt werden sollten. Entscheidend ist nun, eine Verwässerung des Vorschlags im Gesetzgebungsprozess zu verhindern.

Während mit der Einführung der Versteigerung (bei Erfolg) eine signifikante Schwäche beseitigt wäre, bleibt die des sektoralen Ansatzes bestehen. Daher wird mittelfristig der Übergang zu einem integrierten Emissionshandelskonzept auf der ersten Handelsstufe empfohlen, mit dem sämtliche energiebedingten Emissionen aus allen Sektoren erfasst wären. Zielverfehlungen, wie in der Vergangenheit, wären so nicht mehr möglich. Eine Reihe von (bisher ohnehin wenig wirksamen) Maßnahmen der Klimaschutzprogramme und das korrigierende Eingreifen der Europäischen Kommission wären nicht mehr notwendig. Ein dem Klimaproblem angemessenes Emissionsbudget ist in beiden Fällen erforderlich. Zusätzliche Maßnahmen zur Mobilisierung spezieller Innovationspotenziale bzw. zur Überwindung spezieller Innovations- und Anpassungshemmnisse – von Höchstverbrauchsstandards bis zur Produktkennzeichnung – sind in einem solchen System weiterhin möglich und sinnvoll, sofern sie nicht zu signifikanten Kostenverzerrungen im System führen. Administrativ wäre das System vermutlich nicht komplizierter als das jetzige.

3.6 Emissionsreduktion durch Abscheidung und Lagerung von CO_2?

3.6.1 Einleitung

212. Unter dem Kürzel CCS (Carbon Capture and Storage) wird die Abscheidung und Speicherung von Kohlendioxid aus Kraftwerken verstanden. Der SRU hat dazu zahlreiche Studien, unter anderem vom Forschungszentrum Jülich, Wuppertal Institut, Umweltbundesamt, Bundesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe, IPCC

ausgewertet (DIETRICH 2007; BMWi et al. 2007; LINßEN et al. 2006; Wuppertal Institut et al. 2007; RADGEN et al. 2006; UBA 2006b; IPCC 2005b; IPCC 2005a; CRAMER 2007; MENZEL 2007; DÖLL 2007; KUNDZEWICZ 2007; UYTERLINDE et al. 2006; CONINCK et al. 2006; IEA 2005; IEA 2007b; IEA 2007d). Nachfolgend wird das Thema CCS mit den Einzelschritten Abscheidung, Transport und Speicherung diskutiert, jeweils unter Berücksichtigung der technischen Optionen, der Verfügbarkeit, der Risiken und Probleme sowie der Kosten.

3.6.2 Stand der Entwicklungen der CCS-Technologie

3.6.2.1 Abscheidung

213. Für die Abscheidung von CO_2 bei der Verbrennung gibt es prinzipiell drei technische Möglichkeiten:

- Post-Combustion (CO_2-Abtrennung aus dem Rauchgasstrom, CO_2-Rauchgaswäsche),
- Oxyfuel (Verbrennung mit reinem Sauerstoff),
- Pre-Combustion (Vergasung kombiniert mit Gas- und Dampfturbinenanlagen).

Bei der Variante Post-Combustion wird das Kohlendioxid (10 bis 14 % CO_2 im Rauchgas) nach der Verbrennung aus dem Rauchgas abgeschieden. Diese Abscheidung erfolgt durch Wäschen, zum Beispiel mit Aminen. Die Technologie ist prinzipiell verfügbar, jedoch fehlen noch Erfahrungen im großtechnischen Maßstab. Hinzu kommt ein hoher Kosten- und Energieaufwand. Ein Vorteil ist, dass die Variante Post-Combustion prinzipiell auch für die Nachrüstung von Altkraftwerken geeignet ist, wobei dieses zu hohen Leistungseinbußen führt.

Bei der zweiten Variante Oxyfuel erfolgt die Verbrennung mit reinem Sauerstoff, sodass das Rauchgas praktisch keinen Stickstoff enthält und sehr stark mit Kohlendioxid angereichert ist (etwa 70 %). Bei diesem Verfahren ist daher eine vorgeschaltete Luftzerlegungsanlage erforderlich, um den für die Verbrennung notwendigen Sauerstoff zur Verfügung zu stellen. Diese Variante kann nur bei Neubauten von Kraftwerken eingesetzt werden. Der dadurch erforderliche anlagenkonzeptionelle Aufwand sowie auch der energetische Aufwand dieser Technologie sind bisher noch erheblich.

Die dritte Variante Pre-Combustion erfordert eine gänzlich neue Kraftwerkstechnologie. Die Basis sind Vergasungsprozesse kombiniert mit Gas- und Dampfturbinenanlagen. Der Brennstoff wird dabei mit reinem Sauerstoff (Luftzerlegung erforderlich) vergast, sodass die Produkte Kohlenmonoxid und Wasserstoff entstehen. Dieses Produktgas wird anschließend mit Wasserdampf zu Kohlendioxid und Wasserstoff umgesetzt. Aus

diesem Gemisch wird wiederum das Kohlendioxid mit Membranen abgeschieden. Die abschließende Verbrennung ist eine reine Wasserstoffverbrennung, die in der Regel über eine Gasturbine umgesetzt wird. Diese Technologie ist sehr komplex, betritt technisches Neuland und ist vermutlich nur im Hinblick auf eine großtechnisch eingesetzte Wasserstoffwirtschaft sinnvoll. Kohlekraftwerke auf Basis dieser Technologie bieten Wirkungsgrade von über 40 %.

3.6.2.2 Transport

214. Das nach der Verbrennung (Post-Combustion, Oxyfuel) oder vor der Verbrennung (Pre-Combustion) abgeschiedene Kohlendioxid soll abschließend in geologischen Formationen gespeichert werden. Dazu ist der Transport zu diesen Speichern erforderlich.

Zum Transport muss das Kohlendioxid zunächst verdichtet werden, um als sogenanntes überkritisches Fluid transportiert werden zu können (z. B. bei einem Druck von 74 bar und einer Dichte von 1 100 kg/m^3). Der eigentliche Transport ist nur wirtschaftlich, wenn er in Schiffen oder in Pipelines erfolgt. Diesbezüglich liegen in Europa keine Erfahrungen vor. In den USA und Kanada gibt es bereits ein Pipelinenetz von über 3 000 km, in dem Kohlendioxid zur Steigerung der Ausbeute von Erdölfeldern (sogenanntes enhanced oil recovery) genutzt wird. Nach derzeitigem Kenntnisstand ist der Transport mit Schiffen erst ab einer Entfernung von 1 000 km wirtschaftlich, so dass in Deutschland von einem Pipelinenetz auszugehen ist. Dazu sind hohe Anfangsinvestitionen erforderlich. Die Kosten des Transports werden auf 10 % geschätzt, bezogen auf die gesamt CCS-Kette. Ein Aufbau einer CO_2-Transportinfrastruktur hätte allerdings nur Sinn, wenn die Technologien zur CO_2-Abscheidung nach Kraftwerken marktreif sind. Dies ist bisher nicht der Fall.

3.6.2.3 Speicherung

215. Das Kohlendioxid muss abschließend lange Zeit sicher eingelagert werden. Prinzipiell kommen dafür folgende Optionen infrage:

- Ausgebeutete Gas- und Erdölfelder,
- Erdgas- und Erdölfelder während der Exploration,
- Wasserschichten unter Land und Meeresgrund,
- nicht genutzte Kohleflöze,
- stoffliche Nutzung in der Chemie und Lebensmittelindustrie,
- Mineralisierung zu Gesteinen.

Die Speicherung in alten Erdgasfeldern ist international Stand der Technik und wird zum Beispiel zur Zwischenspeicherung von Erdgas genutzt. Allerdings gibt es dabei keine Langzeiterfahrungen, wie sie bei der Speicherung von Kohlendioxid erforderlich sind. Die Speicherung in Wasserschichten soll in 900 bis 1 000 m Tiefe erfolgen und zwar in Schichten, die keine Verbindung zu anderen Schichten aufweisen. Die Speicherung in der Tiefsee wird zwar derzeit erprobt, aber nahezu einhellig von Experten abgelehnt (s. Tz. 616). Die Lagerung in alten Kohleschichten würde dort das Methan verdrängen, welches zum einen genutzt werden, zum anderen aber auch durch unkontrollierte Ausgasung den Treibhauseffekt verstärken könnte.

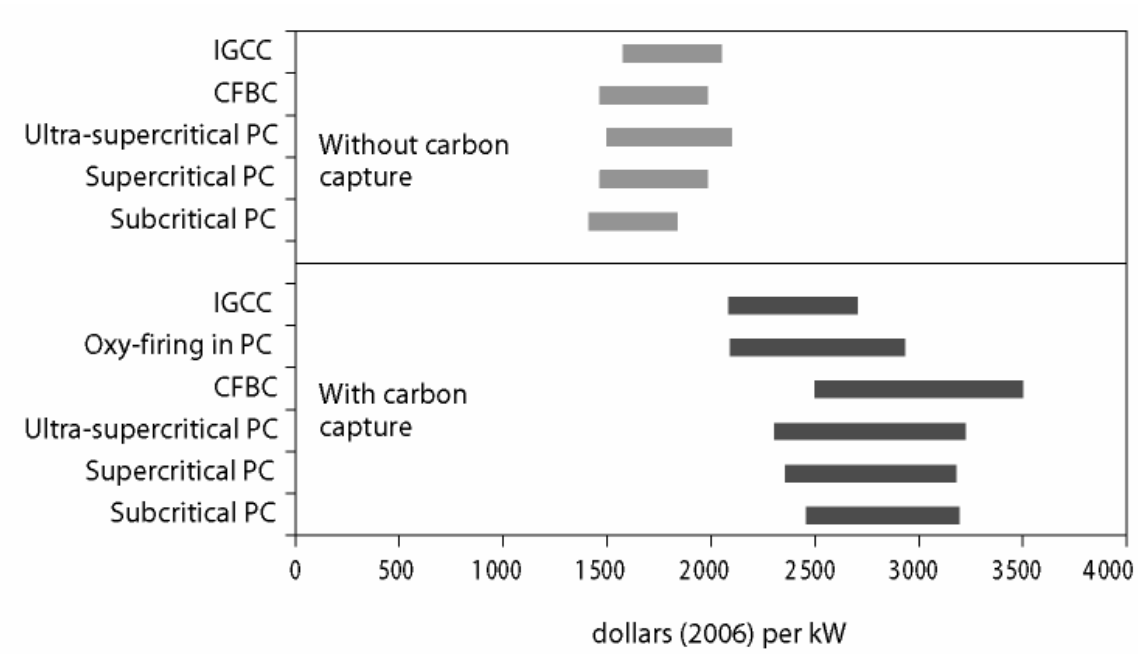
Für Deutschland kommen derzeit nur leere Gasfelder und tiefe Aquifere infrage. Die Schätzung der Lagerpotenziale geht sehr weit auseinander und reicht von etwa 30 bis zu 130 Jahren. Dennoch deuten diese Potenzialabschätzungen darauf hin, dass auch CCS keine dauerhafte Lösung des Problems darstellt.

3.6.2.4 Kosten

216. Die Kosten sind bisher hoch und die Marktreife der Technik daher ungesichert. Die Internationale Energieagentur (IEA) schätzt die Investitions- und Stromgestehungskosten je nach Verfahren bis zu doppelt so hoch wie bei einem modernen Kohlekraftwerk ohne CCS (s. Abb. 3-5). In Tabelle 3-12 werden die CO_2-Vermeidungskosten zweier anderer Studien für unterschiedliche Kraftwerkstypen und unterschiedliche Zeitpunkte der Betriebsaufnahme dargestellt. Dabei ergeben sich für 2020 CO_2-Vermeidungskosten zwischen 38 bis knapp 64 €/t CO_2. Bei der IEA beträgt die geschätzte Spanne für neue Kraftwerke 24 bis 72 €/t CO_2 (30 bis 90 $/t CO_2) für die Abscheidung und 8 bis 32 €/t CO_2 (10 bis 40 $/t CO_2) für Transport und Speicherung (Ausnahme: enhanced oil recovery). Insgesamt wird im günstigsten Fall von 40 €/t CO_2 (50 $/t CO_2) ausgegangen. Die Nachrüstung eines Kohlekraftwerks mit CCS ist jedoch noch deutlich teurer und wird von der IEA auf 53 bis 97 €/t CO_2 (66 bis 122 $/t CO_2) geschätzt (IEA 2007d, S. 218 ff.).

Abbildung 3-5

Investitionskosten moderner Kohlekraftwerke mit und ohne CCS-Technik verschiedener Verbrennungsverfahren



Quelle: © OECD/IEA, 2007, World Energy Outlook

Diese Kosten sind auch vor dem Hintergrund der sinkenden Kosten erneuerbarer Energien zu sehen (VIEBAHN et al. 2007b; VIEBAHN et al. 2007a). Inzwischen wurden weltweit mehrere CCS-Projekte aus Kostengründen gestoppt. In Norwegen wurde ein Gaskraftwerksprojekt von Shell und Statoil-Hydro bei Trondheim aus Kostengründen gänzlich aufgegeben. Bei einem von der norwegischen Regierung geplanten Wärmekraftwerk in Mongstad wird vorerst auf die Lagerung verzichtet, das heißt das CO_2 wird nach der Abscheidung emittiert (WATSON 2007). In den USA hat das Energieministerium ein CCS-Projekt wegen drohender Verdoppelung der Kosten gestoppt und sein Hauptforschungs- und Demonstrationsprogramm zu CCS umstrukturiert (DOE 2008; WALD 2008). Die europäische Stromwirtschaft plädiert wegen der hohen Kosten für entsprechende Subventionen.

Tabelle 3-12

CO_2-Vermeidungskosten von CCS-Kraftwerken (einschließlich Transport und Speicherung) in €/t CO_2 für verschiedene Brennstoffpreisszenarien und Betriebsaufnahmezeiten

Zeitpunkt der Betriebsaufnahme	**2020**	**2030**	**2040**	**2050**
Szenario I (EWI 2005)				
Erdgas-KW, GuD	58,20	51,50	45,80	47,80
SK-KW, Dampf	42,00	39,80	38,80	39,50
SK-IGCC	38,20	36,60	36,10	36,60
Durchschnitt	*46,13*	*42,63*	*40,23*	*41,30*
Szenario II (DLR 2005)				
Erdgas-KW, GuD	63,70	58,30	51,90	54,20
SK-KW, Dampf	43,20	42,50	40,40	40,70
SK-IGCC	39,20	38,10	37,40	37,90
Durchschnitt	*48,70*	*46,30*	*43,23*	*44,27*

Brennstoffpreisszenarien:
EWI 2005: mittlere Preise für 2020 bis 2050, Gas 4,87 €/GJ, Steinkohle 1,98 €/GJ, Braunkohle 0,83 e/GJ
DLR 2005: mittlere Preise für 2020 bis 2050, Gas 7,20 €/GJ, Steinkohle 2,64 €/GJ, Braunkohle 1,30 €/GJ

Abkürzungen: SK: Steinkohle, KW: Kraftwerk, IGCC: Integrated Gasification Combined Cycle, GuD: Gas und Dampf. Der angenommene CO_2-Abscheidungsgrad beträgt 88 bis 90 %.

Quelle: Wuppertal Institut et al. 2007

3.6.3 Fazit

217. Der Entwicklungsstand der drei Varianten Post-Combustion, Oxyfuel und Pre-Combustion ist recht unterschiedlich. Wirtschaftlich werden das Oxyfuel- und das Pre-Combustion-Verfahren als vergleichsweise günstig angesehen. Allerdings sind diese Verfahren großtechnisch erst nach 2020 verfügbar. Dabei ist zu bedenken, dass die CO_2-Abscheidung bei Kraftwerken den Wirkungsgrad um mindestens 10 %-Punkte absenkt. Investitionen und Stromerzeugungskosten werden sich dadurch annähernd verdoppeln. Mit der CCS-Technologie wird auch rechtlich in weiten Bereichen Neuland betreten. Beispielsweise ist ein internationaler Rechtsrahmen für Transport, Speicherung und Überwachung erforderlich. Ein erster Vorschlag hierzu ist im Rahmen des zweiten Energiepakets der EU (Tz. 100) vorgelegt worden (Europäische Kommission 2008d).

Zwar halten die oben genannten Studien des Forschungszentrums Jülich und des Wuppertal Instituts CCS für eine Brückentechnologie für den Zeitraum bis zum vollen Ausbau der erneuerbaren Energien. Aber aufgrund der Alterstruktur des deutschen

Kraftwerksparks erscheint sie als Übergangslösung gerade für die deutsche Klimaschutzstrategie besonders problematisch. In genau dem Zeitraum, in dem von CCS gerade noch *kein* nennenswerter Beitrag zu erwarten ist – bis 2020 – besteht ein geschätzter Ersatzbedarf von 40 000 MW (Investitionsplanung bis 2012 für ungefähr 19 000 MW) (BMU 2006, S. 53 f; BADE et al. 2005; LANDGREBE et al. 2003, S. 9). Da die Technologie für diese Erneuerungswelle zu spät kommt (vgl. auch SRU 2004, Tz. 36), käme nur eine Nachrüstung in Frage, die nach den obigen Schätzungen die Kosten noch einmal zusätzlich stark erhöht. Angesichts der ohnehin fraglichen Wettbewerbsfähigkeit erscheint – neben der generellen Machbarkeit im großtechnischen Maßstab – gerade die Strategie der Nachrüstung besonders fragwürdig.

Es werden derzeit weltweit Pilotprojekte zum Verhalten von CO_2 in Untergrundspeichern durchgeführt. Es gibt jedoch noch keine hinreichenden Kenntnisse über die Leckraten und damit die Langzeitsicherung von CO_2-Speichern. Das UBA hält eine Leckrate von < 0,01 % pro Jahr für realistisch, sodass nach 1 000 Jahren noch 90 % des eingelagerten Gases vorhanden wären. Bei der Speicherung von CO_2 kann es auch zu Nutzungskonflikten mit der Geothermie und dem Bergversatz kommen. Die Risiken von marinen Speichern werden von Experten für unkalkulierbar gehalten, sodass dieser Weg auszuschließen ist. Sogar die weitere Forschung und Entwicklung in diesem Gebiet wird von den Autoren als fragwürdig angesehen (UBA 2006b).

218. Insgesamt stellt sich die Frage, wie sinnvoll diese Option im deutschen Kontext ist. Global betrachtet ist zwar aufgrund des absehbaren weltweiten Booms der Kohleverstromung eine weitere Erforschung von CCS auch in Deutschland sinnvoll. Im Erfolgsfalle könnte diese Technologie neben ihrem positiven Klimaeffekt auch als Exportprodukt gelten. Die Marktreife wie auch die Akzeptanz dieser Technologie (hinsichtlich der Speicherung) ist jedoch noch völlig offen und die für den deutschen Kraftwerkspark notwendige Nachrüstung ist die teuerste mögliche Variante. Angesichts des Einflusspotenzials der deutschen Energiewirtschaft ist damit zu rechnen, dass die Klimapolitik unter starken Druck gerät, wenn sich CCS als nicht wettbewerbsfähige oder im Hinblick auf die Speicherung als nicht akzeptable Technologie erweist. Auch deshalb wäre es ein Risiko, wenn heute Kohlekraftwerke in großem Umfang mit dem vagen Versprechen einer möglichen Nachrüstung genehmigt werden, die sich später als unwirtschaftlich bzw. unzumutbar herausstellt. Die extremen Gefahren des Klimawandels lassen es in keinem Fall zu, dass die Klimaschutzziele durch das Scheitern einer wettbewerbsfähigen CCS-Technologie in Frage gestellt werden. Zwischen 1999 und 2007 hat die Stromerzeugung auf Kohlebasis wieder zugenommen (AGEB 2008; SRU 2005a, Tz. 17). Deshalb ist die öffentliche Kritik am Neubau von Kohlekraftwerken verständlich.

Die Emissionen des Kraftwerkssektors werden durch den Europäischen Emissionshandel reguliert, dessen Sinn und Zweck darin besteht, durch einen Suchprozess effiziente Klimaschutzlösungen hervorzubringen. Die Klimaeffizienz der Stromerzeugung ist somit eine Funktion der Marktgegebenheiten (einschliesslich der Bepreisung von CO_2) und nicht umgekehrt. Daher entscheiden der Markt und der Emissionshandel, ob CCS im deutschen Energiemix je einen Beitrag zur Emissionsreduktion leisten wird. Setzen die Energieversorger auf CCS, müssen sie auch das betriebswirtschaftliche Risiko tragen. Aus diesem Grund hat der Richtlinienvorschlag der Europäischen Kommission auf zusätzliche Regulierungen zum Einsatz von CCS verzichtet (Europäische Kommission 2008a). Entscheidend hierfür sind stabile Rahmenbedingungen und das glaubwürdige, langfristig kalkulierbare Beharren der Politik auf der Einhaltung des Emissionsbudgets. Setzen die Energieversorger darauf, dass ihnen im Falle eines Scheiterns von CCS klimapolitische Konzessionen gemacht werden, wird aus dem betriebswirtschaftlichen Risiko ein unvertretbares gesamtgesellschaftliches (Klima-)Risiko. Zur Vermeidung dieses Risikos oder der Alternative gravierender Fehlinvestitionen muss die bisherige Privilegierung der Kohleverstromung im Emissionshandel unbedingt beseitigt werden. Die von der Europäischen Kommission vorgeschlagene Revision weist hier in die richtige Richtung (vgl. Tz. 187-190).

3.7 Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel durch angepasste Landnutzung

3.7.1 Einleitung

219. Der Klimawandel und der Verlust an Biodiversität sind zentrale Umweltprobleme des 21. Jahrhunderts. Ihr Zusammenhang wird seit Langem diskutiert. Schon die Klimarahmenkonvention (UNFCCC) und das Übereinkommen über die biologische Vielfalt (Convention on Biological Diversity, CBD) betonen die Notwendigkeit, klimapolitische Ziele und Naturschutzziele aufeinander abzustimmen (OTT 2006).

Art. 2 der Klimarahmenkonvention gibt das Ziel vor, dass die Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre auf einem Niveau erreicht wird, auf dem eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems verhindert wird. Ein solches Niveau sollte innerhalb eines Zeitraums erreicht werden, der ausreicht, damit sich die Ökosysteme auf natürliche Weise den Klimaänderungen anpassen können. Das Übereinkommen über die biologische Vielfalt strebt unter anderem den Erhalt der Variabilität ökologischer Komplexe an.

220. Klima- und Ökosysteme stehen durch komplexe Wechselbeziehungen miteinander in Verbindung, die kein lineares Einfluss-Wirkungs-System ergeben. Sie beeinflussen sich vielmehr gegenseitig und erzeugen damit vielfältige Rückkopplungsprozesse. Auf der einen Seite werden Ökosysteme und deren Komponenten Boden, Wasser, Flora und Fauna aufgrund ihrer klimatischen Empfindlichkeit (Vulnerabilität) durch den Klimawandel beeinträchtigt. Dabei hängt der tatsächliche Klimaschaden eines Ökosystems von der spezifischen Klimaanfälligkeit seiner Komponenten und dem Ausmaß der Klimaänderung ab.

Andererseits beeinflussen Ökosysteme aber auch das Klima, indem sie als Quelle, Senke oder Speicher von Treibhausgasen wirken (Art. 1, 7 bis 9 UNFCCC). So können sie als *Speicher* fungieren, in dem ein Treibhausgas oder eine Vorläufersubstanz eines Treibhausgases (THG) zeitweise zurückgehalten wird. Von einer *Senken*-Funktion der Ökosysteme wird gesprochen, wenn durch einen Vorgang, eine Tätigkeit oder einen Mechanismus ein Treibhausgas, ein Aerosol oder eine Vorläufersubstanz eines Treibhausgases aus der Atmosphäre entfernt und in Ökosystemen dauerhaft festgelegt werden. Durch Ereignisse wie Windwurf in Wäldern und Waldbrände sowie durch Folgen der Bewirtschaftung wie Grünlandumbruch oder intensive Ackernutzung mit hohem Düngereinsatz können die Ökosysteme aber auch zu THG-*Quellen* werden.

Um das Ausmaß und die Folgen des Klimawandels abzuschwächen, ist es wichtig, auf alle Systemkomponenten einzuwirken. Dabei sind insbesondere die Folgen anthropogener Landnutzungsänderungen zu beachten, die natürliche Kohlenstoffspeicher in Kohlenstoffquellen verwandeln können (MARLAND et al. 2003). Gleichzeitig ist die Anpassung von Landnutzungen an den Klimawandel notwendig. Durch Naturschutzmaßnahmen und nachhaltige Wirtschaftsformen können sowohl die Anfälligkeit der Ökosysteme gegenüber dem Klimawandel – und damit die Folgen des Klimawandels für wichtige Leistungen des Naturhaushaltes – als auch das Ausmaß der Klimaänderung durch Treibhausgasemissionen verringert werden. Aufgrund dessen wird die Grenze zwischen Minderungsmaßnahmen (Mitigation) und Anpassung (Adaptation) unscharf und Anpassung wird mit Klimawandelminderungsmaßnahmen kombiniert (ALCAMO 2007). Dies soll im Folgenden näher ausgeführt werden.

3.7.2 Wirkungen von Ökosystemen als Treibhausgassenken, -speicher oder -quellen und der Einfluss der Nutzungen

3.7.2.1 Wissensstand zu Treibhausgasfestlegung und -freisetzung

221. Kohlendioxid (CO_2) wird in den Ökosystemen in der Vegetation und den Böden gebunden bzw. aus ihnen freigesetzt. Insbesondere die Prozesse der Speicherung und Bildung von Kohlendioxid in Böden sind dabei noch nicht ausreichend geklärt (UBA 2006a). Mechanismen wie gute Aggregierung, Komplexierung mit Metallionen, Ton-Humus-Kopplung, aber auch kaltes, saures oder anaerobes Milieu im Boden begünstigen die Festlegung von Kohlenstoff, während hohe mikrobielle Aktivität die Mobilisierung fördert (FREIBAUER und SCHRUMPF 2006). Inwieweit die Umwandlung organischer Substanz im Boden (Humus, lebende und tote Bodenorganismen, Wurzeln) zu CO_2 durch ansteigende Temperaturen beschleunigt wird, ist noch in der wissenschaftlichen Diskussion (KIRSCHBAUM 2006).

Es gibt Hinweise darauf, dass die organische Substanz im Boden wesentlich sensibler auf Temperaturveränderungen reagiert als bisher angenommen (SCHULZE und FREIBAUER 2005; POWLSON 2005). Bei Messungen des Gehaltes an organischer Substanz in verschiedenen Böden unter unterschiedlichen Landnutzungen (6 000 Messpunkte) in England und Wales über einen Zeitraum von 25 Jahren (erste Messungen 1978 bis 1983, Folgeuntersuchungen 12 bis 25 Jahre später) wurde unabhängig von der Art der Landnutzung fast durchgängig eine Abnahme des Kohlenstoffgehaltes festgestellt. In diesem Zeitraum wurde eine durchschnittliche Erwärmung von 0,41 °C pro Dekade gemessen (ALCAMO et al. 2007). Die jährlichen Verluste an Kohlenstoff beliefen sich auf rund 8 % der derzeitigen jährlichen industriellen CO_2-Emissionen des Vereinigten Königreichs (BELLAMY et al. 2005). Einige Modelle des Kohlenstoff-Kreislaufes gehen von positiven Rückkopplungsmechanismen zwischen steigenden atmosphärischen CO_2-Konzentrationen und Kohlenstoff-Freisetzungen der Böden aus (POWLSON 2005; SCHEFFER et al. 2006). Böden könnten damit als Folge des Klimawandels ab Mitte des 21. Jahrhunderts in der globalen Bilanz nicht mehr eine Kohlenstoff-Senke, sondern eine Netto-Kohlenstoff-Quelle darstellen. Zur Stabilisierung des Klimas wären bei einer derartigen Entwicklung deutlich höhere Emissionsreduktionen erforderlich als bisher angenommen (JONES et al. 2005).

Methan (CH_4) entsteht in Böden durch methanogene Bakterien. Beeinflusst werden Methanbildung und -oxidation durch Faktoren wie Klima, Sauerstoff, Bodengefüge und -textur. Böden unter anaeroben Bedingungen und mit ausreichendem Gehalt an

organischer Substanz sind die bedeutendsten Methan-Quellen. Dies ist in vielen Feuchtgebieten der Fall (FLESSA et al. 1998, S. 12 ff).

Lachgas (N_2O) entsteht hauptsächlich durch mikrobielle Prozesse der Nitrifikation und Denitrifikation. Beeinflusst wird die Bildung von Lachgas insbesondere durch den Temperaturverlauf, die Niederschlagsmenge und -verteilung, den Bodenwassergehalt, die Stickstoff- und Kohlenstoffverfügbarkeit, die Bodentextur, den pH-Wert und die Porösität am Standort (FLESSA et al. 1998, S. 9).

Die Emission dieser Treibhausgase und auch das Potenzial von forstwirtschaftlich und landwirtschaftlich genutzten Flächen sowie von Mooren bezüglich Speicher- und Senkenfunktionen hängen stark von der Art der Landnutzung ab. Dabei entsteht der Kohlendioxidausstoß insbesondere durch Bodenbearbeitungs- und Meliorationsmaßnahmen. Die Lachgasemissionen werden vornehmlich durch die Nährstoffzugaben im Rahmen landwirtschaftlicher Stickstoffdüngung (FLESSA et al. 1998, S. 9 ff.) und der Methanausstoß durch die Verdauungstätigkeit im Magen von Wiederkäuern bestimmt (CARBOEUROPE IP 2004a, S. 13). Allerdings wirken diese Faktoren immer in Konstellation mit zahlreichen weiteren Faktoren (FLESSA et al. 1998, S. 11).

222. Neben der räumlichen ist auch die zeitliche Komponente ausschlaggebend für die Treibhausgasentwicklung, weil die Emissionen über die Jahre hinweg starken Schwankungen unterliegen können (CARBOEUROPE IP 2004b, S. 40). Da sich die Mehrzahl der Untersuchungen jedoch auf einen relativ kurzen Zeitraum bezieht – Ergebnisse aus Langzeitstudien sind kaum verfügbar – wird die zeitliche Variabilität der Treibhausgasentwicklung bislang kaum berücksichtigt.

Ein Problem bei der Ableitung der Kohlendioxidströme aus der Kohlenstoff-Vorratsänderung ist die unbefriedigende Datengrundlage. So existieren bundesweit nur wenige Werte über die in den Böden gespeicherten Kohlenstoffgehalte. Die Berechnung des Kohlenstoffgehaltes der Vegetation ist ebenso unsicher: Wurzelmasse, Laub und die Bodenvegetation fließen bislang unzureichend in die Berechnungen ein (CARBOEUROPE IP 2004b, S. 36 ff.).

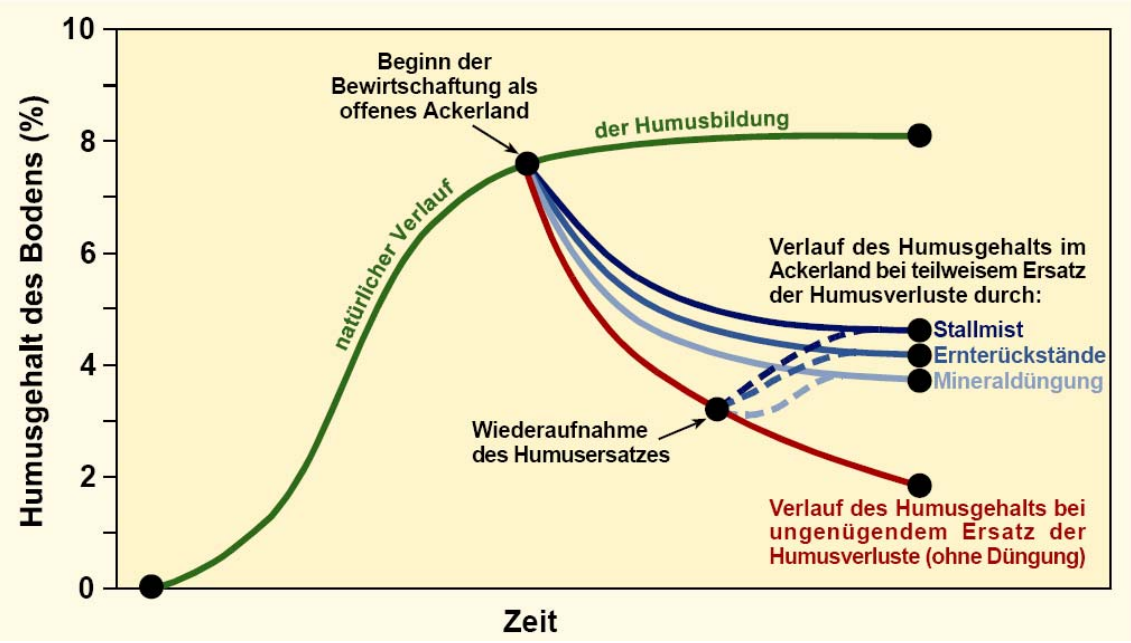
Zwar lassen sich die grundsätzlichen Einflussfaktoren, die für die Bindung und Bildung der Treibhausgase Lachgas, Kohlendioxid und Methan verantwortlich sind, grob definieren, die genauen Entstehungsprozesse sind jedoch noch nicht hinreichend erforscht. Diese Unsicherheiten spiegeln sich auch in den Ergebnissen von Treibhausgasmessungen wider, die insbesondere bei Methan (FLESSA et al. 1998, S. 15) und Lachgas im hohen Maße variieren.

3.7.2.2 Globale Bilanz der Kohlenstoff-Festlegung

223. Rund zwei Drittel der weltweiten terrestrischen Kohlenstoffvorräte (Boden und Vegetation), die aktiv am Kohlenstoff-Kreislauf teilnehmen, sind in Böden gebunden. In stabilen Humusformen kann Kohlenstoff dort für mehrere tausend Jahre gespeichert werden (KÖGEL-KNABNER und LÜTZOW 2005). Boden ist durch die Umsetzung und Festlegung organischer Substanz ein natürlicher Kohlenstoff-Speicher – in naturbelassenen Böden entwickelt sich ein von äußeren Umständen (wie Temperatur, Niederschlägen, Bodenstruktur, Nährstoffgehalt und Bewuchs) beeinflusstes Kohlenstoff-Fließgleichgewicht (C-Fließgleichgewicht). Durch Ernteprozesse auf bewirtschafteten Flächen werden dem Boden Nährstoffe in Form von pflanzlicher Biomasse entzogen, die durch gezielte Maßnahmen ersetzt werden müssen. Dies kann durch Düngung (Mineraldünger, Wirtschaftsdünger, Klärschlamm) oder eine angepasste Bewirtschaftung (z. B. Fruchtfolge) geschehen. Auf landwirtschaftlich genutzten Flächen stellt sich bei ausreichender Düngung erneut ein C-Fließgleichgewicht ein, allerdings auf einem niedrigeren, standortspezifischen Niveau (s. Abb. 3-6).

Abbildung 3-6

Zeitliche Entwicklung des Humusgehalts in Ackerböden



Quelle: GISI 1997

Für Europa haben JANSSENS et al. (2005) die Kohlenstoff-Bilanzen durch Sequestrierungsprozesse (Kohlenstoff-Festlegung) sowie Freisetzungen von CO_2 aus Böden und Vegetation unter aktueller Nutzung ermittelt. Dabei sind Ackerland und landwirtschaftlich genutzte Moore in der Regel Netto-Emittenten, während Wälder und Grünland temporäre Kohlenstoff-Senken und langfristig Speicher darstellen. Die

Kohlenstofffestlegung auf Ackerland, Grünland sowie Mooren findet überwiegend durch die Bildung organischer Substanz in den Böden statt, in Wäldern dominiert die Vegetation die Kohlenstoff-Sequestrierung.

Während der 1990er-Jahre reduzierten die europäischen Wälder den Anstieg des atmosphärischen CO_2-Gehaltes um immerhin 20 % der fossilen Kohlenstoff-Emissionen der EU, was in etwa den Emissionen des Verkehrssektors entsprach. Im gleichen Zeitraum nahmen die terrestrischen Kohlenstoffspeicher in Europa etwa 100 bis 200 Mio. t C pro Jahr auf. Ob die Ökosysteme in Europa insgesamt als Kohlenstoffsenke oder -quelle fungieren, wird durch eine Bilanzierung der Senken- und Quellfunktion bestimmt. Nach einer Berechnung der Netto-C-Bilanzen der Ackerflächen, Waldflächen, Moore und Grünlandflächen für 34 europäische Staaten steht Deutschland zurzeit mit einer Netto-Kohlenstofffixierung von + 43,3 g C pro m^2 Landesfläche und Jahr an fünfter Stelle. Dies ist vor allem den Waldgebieten zuzuschreiben, die nur in Österreich, Slowakei und Slowenien einen höheren Beitrag leisten als in Deutschland (JANSSENS et al. 2005).

Beispielsweise sind in europäischen Wäldern und Mooren 30 bis 40 Mrd. t C gespeichert. Eine Reduktion dieser Speicher um nur 5 % würde der jährlichen Kohlenstoffemission des gesamten Kontinents aus der Verbrennung fossiler Energieträger gleichkommen. Umgekehrt könnte eine zusätzliche Kohlenstoff-Speicherung der anthropogenen Emissionen signifikant die Zunahme von atmosphärischen CO_2 vermindern (JANSSENS et al. 2005).

3.7.2.3 Treibhausgasströme unterschiedlicher terrestrischer Ökosystemtypen und deren land- und forstwirtschaftliche Nutzung in Deutschland

Wald- und Forstwirtschaftliche Nutzung

224. Bisher waren die Wälder Deutschlands eine Kohlenstoffsenke, da mehr Holz nachwuchs, als eingeschlagen wurde. Zwischen 1987 und 2003 wurden durch die Wälder in Deutschland circa 75 Mio. t CO_2 jährlich fixiert, was circa 3 % der bundesdeutschen CO_2-Emissionen in diesem Zeitraum entspricht (BMVEL 2005). Die Senkenfunktion resultierte in erster Linie aus den reduzierten Erntemengen und wird sich ohne Schutzregelungen nicht halten lassen. Ökonomische Stimuli regen derzeit eine intensivere Bewirtschaftung an, wodurch sich die aktuellen Boden- und Biomassepools gegenüber dem bisherigen Zustand verringern werden. Die in den letzten Jahren steigenden Nutzungen der deutschen Wälder äußern sich, insbesondere in den Jahren 2005 und 2006, in einem abnehmenden Trend der Speicherwirkung (Statistisches Bundesamt 2007b, S. 106). Im Jahr 2006 wurden

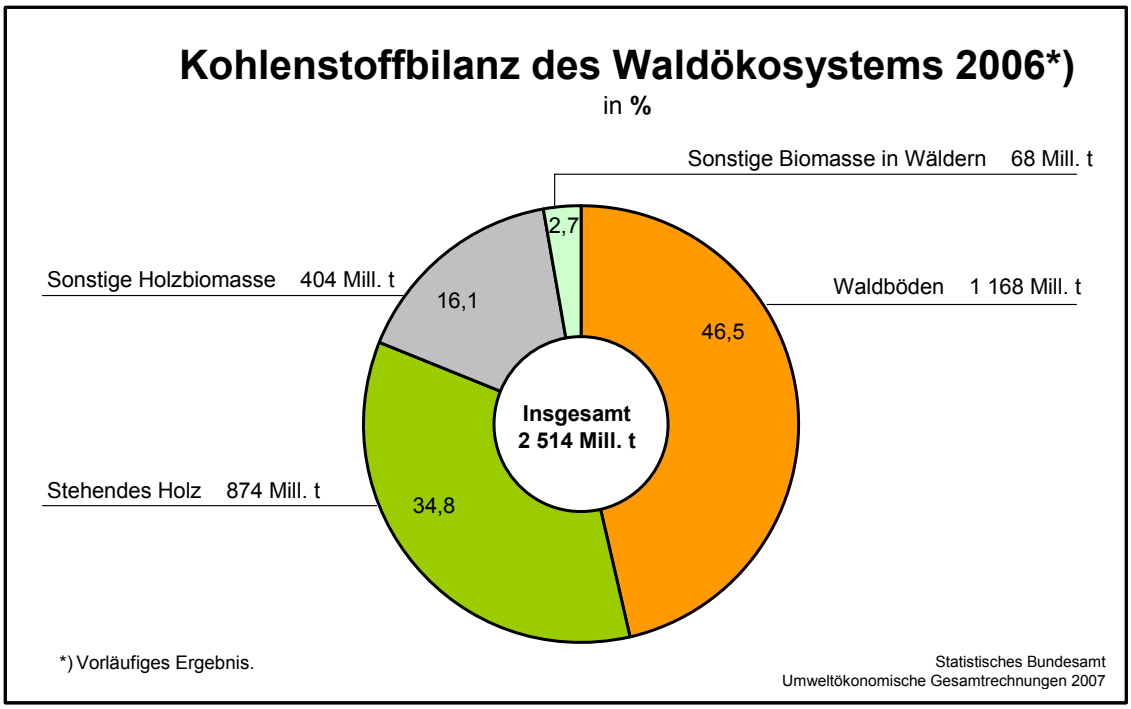
5,5 Mio. t Kohlenstoff im Wald neu gebunden, davon 5,2 Mio. t in der Holzbiomasse (vgl. Abb. 3-7). Im Vergleich des Jahres 2006 mit dem Jahr 1993 betrug die jährliche Neueinlagerung von Kohlenstoff in die Holzbiomasse nur noch knapp ein Viertel. Im Jahre 2004 lag die Einschlagmenge mit circa 54,5 Mio. m^3 um ein Viertel deutlich über der Durchschnittsmenge der vorangegangenen zehn Jahre (BMELV 2006a). Die derzeitige Entwicklung der Rohöl- und Energiepreise lässt keine Umkehr dieses Trends erwarten, sondern durch den gegenwärtigen Nutzungsdruck eher eine weitere Erhöhung der Einschlagmengen bzw. die Mobilisierung von Restholz. Energetische Holznutzung und die Nutzung der Senken- und Speicherfunktion der Wälder sind zwei konkurrierende Klimaschutzoptionen. In Stellungnahmen der Forstwirtschaft wird meist einseitig die erste Option fokussiert. Dagegen ist für eine Optimierung des Beitrags der Waldwirtschaft zum Klimaschutz eine fundierte Abwägung zwischen beiden Optionen unerlässlich. Eine weitere Option ist die Fixierung von CO_2 in Holzprodukten, wobei sich durch Wieder- und Weiterverarbeitung deren Dauer erheblich verlängern lässt. Hinzu kommt, dass durch stoffliche Holzverwendung energieintensive Materialien (Zement, Aluminium) substituiert werden können.

Die Quellstärke temperater Wälder für Treibhausgase ist keine konstante Größe, sondern unterliegt zeitlichen Parametern wie Änderungen des Klimas oder des Stickstoffeintrages. Die Höhe des Stickstoffeintrages hat zum Beispiel unmittelbare Auswirkungen auf das Ausmaß der Lachgas-Emissionen (FRITZ 2006, S. 185). Die Einträge von Stickstoffverbindungen in die Wälder blieben in den letzten Jahren auf konstant sehr hohem Niveau. Durch Industrie, Verkehr und Landwirtschaft werden auf nahezu allen bundesweit verteilten 76 Level II-Dauerbeobachtungsflächen im Wald die kritischen Werte (critical loads) für Stickstoff- und Säureeinträge überschritten (BMELV 2006b, S. 40). An solchen übersättigten Standorten wird vermehrt Lachgas produziert und freigesetzt.

SCHULTE-BISPING et al. (2003) schätzen die durchschnittlichen Lachgas-Emissionen für Wälder in Deutschland auf 0,32 kg N/ha a, BUTTERBACH-BAHL et al. (2002) sogar auf 1,4 kg N/ha a. Die große Differenz zwischen diesen Schätzwerten beruht vermutlich auf einer unterschiedlichen Gruppierung der Waldtypen und ist auf die entsprechende Hochrechnung zurückzuführen. Zudem ist zu berücksichtigen, dass Ergebnisse von Kurzzeitmessungen nicht ohne Weiteres für Angaben zu durchschnittlichen Treibhausgasemissionen herangezogen werden können, da diese viel variabler sind (CARBOEUROPE IP 2004b, S. 32).

Abbildung 3-7

Kohlenstoffspeicherung in deutschen Waldökosystemen 2006



Quelle: Statistisches Bundesamt 2007b

Unerwünschte Rückkopplungseffekte zwischen Klimaänderungen und Änderungen der Pflanzendecke können zum Beispiel Waldbrände hervorrufen, die infolge von längeren Trockenperioden, verstärkt durch die gestörten Strukturen und mangelnde Naturnähe der Artenzusammensetzung, auftreten. Dabei gelangen erhebliche Mengen des zuvor im Holz gespeicherten Kohlenstoffs in Form von Kohlendioxid in die Atmosphäre und tragen so zum Treibhauseffekt bei. Aber auch Klimastress und Schädlingskalamitäten (vgl. Tz. 363) könnten zu unerwarteten Holzertragseinbußen führen.

Agrarökosysteme (ohne Moorgebiete)

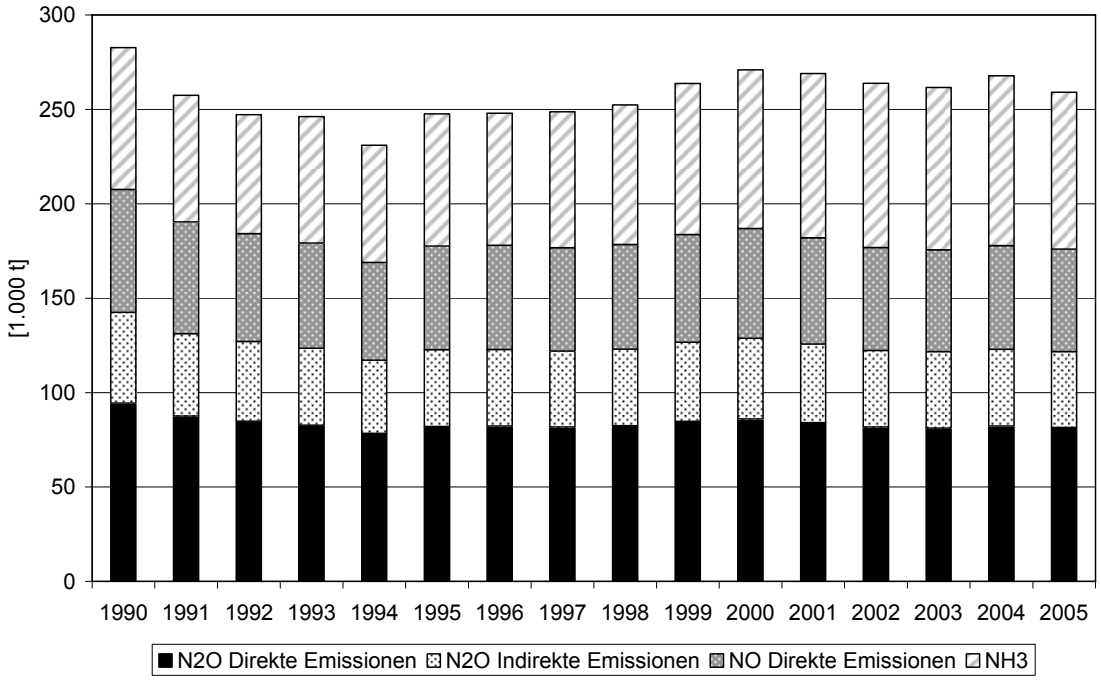
225. Die deutsche Landwirtschaft ist an den THG-Emissionen mit insgesamt rund 128 Mio. t CO_2-Äquivalenten jährlich bzw. mit 13 % beteiligt (6 % bei Kohlendioxid, 48 % bei Methan, 80 % bei Lachgas); davon stammten 77 % aus der Wiederkäuerverdauung (Methan) und aus der ackerbaulichen Nutzung (Kohlendioxid und Lachgas) (BMELV 2006c, S. 17).

Zu unterscheiden sind direkte und indirekte Emissionen aus Böden. Die direkten Emissionen stickstoffhaltiger klimarelevanter Gase (N_2O, NO_x) stammen überwiegend aus der Verwendung von Mineral- und Wirtschaftsdünger, Klärschlammaufbringung, Leguminosenanbau, der Einarbeitung von Pflanzenrückständen in den Boden, aus Tierexkrementen aus der Weidehaltung sowie aus der N-Mineralisierung bei der Bewirtschaftung von organischen Böden. Indirekte N_2O-Emissionen werden aus der

atmosphärischen Ablagerung von reaktiven Stickstoffverbindungen aus landwirtschaftlichen Quellen, dem ausgewaschenen Stickstoff und dem Abfluss von aufgebrachtem Stickstoff berechnet (UBA 2005). Die Emissionen stickstoffhaltiger Klimagase aus der Nutzung landwirtschaftlicher Böden sind stark von der jeweiligen Bewirtschaftungsform abhängig und zeigen seit 1990 keinen abnehmenden Trend (Abb. 3-8).

Abbildung 3-8

Emissionen stickstoffhaltiger Klimagase aus landwirtschaftlich genutzten Böden in Deutschland



Quelle: UBA 2007c

Eine Verringerung des Stickstoffüberschusses (s. Abb. 11-5) und damit eine entsprechende Abnahme der Emissionen ist auch nach der 1996 erlassenen Düngeverordnung (DüV) bisher nicht erkennbar. Inwieweit die 2007 novellierte DüV zu einer merklichen Reduktion der Stickstoffüberschüsse führt, bleibt abzuwarten.

Grünlandnutzung

226. Mineralboden-Grünland ist in Deutschland und den meisten europäischen Staaten eine Netto-Kohlenstoff-Senke (Tz. 223, 332, 337). Die Entwässerung und der Umbruch organischer Grünlandböden (Tz. 227) führen aber zu einer erheblichen Freisetzung von Treibhausgasen (WEGENER et al. 2006).

Grünland auf mineralischen Böden speichert im europäischen Durchschnitt 60 g Kohlenstoff pro m^2 und Jahr. Im Vergleich zu Waldböden ist dieser Wert fast doppelt so

hoch (JANSSENS et al. 2005, S. 20). Bei Störungen des Grünlands kann der gebundene Kohlenstoff relativ schnell wieder als Kohlendioxid an die Atmosphäre abgegeben werden. Deswegen sollte Grünland so weit wie möglich als Speicher geschützt werden.

Im Laufe der letzten 50 Jahre wurden in den alten Bundesländern aber mehr als 3 Mio. ha an Grünland umgebrochen und zu Ackerflächen umgewandelt (ca. 21 % der Landfläche). In den neuen Bundesländern lag der prozentuale Anteil des Grünlandumbruchs noch höher (BRANDT 2004). Eine Ursache für den derzeit verstärkten Grundlandumbruch ist im Anbau nachwachsender Rohstoffe bzw. in den durch die Förderpolitik gesetzten Anreizen zu finden (SRU 2007, Tz. 29), die damit den THG-Einspareffekt einiger Verwertungspfade der nachwachsenden Rohstoffe infrage stellen (SRU 2007, Tz. 19 f.; vgl. Tz. 332, 337).

Moorgebiete

227. In naturnahen Mooren wird langfristig Kohlenstoff in Form von Torf akkumuliert, so dass sie Senken für Kohlendioxid darstellen. Gleichzeitig entsteht in naturnahen Mooren bei den unter Luftabschluss stattfindenden Abbauprozessen Methan. Feuchtgebiete, darunter im wesentlichen Moore, sind die weltweit größte natürliche Emissionsquelle für Methan (CHRISTENSEN und FRIBORG 2004, S. 6). Das genaue Ausmaß der Kohlenstofffestlegung und die Methanemissionen hängen wesentlich von den Moorstandorten ab, insbesondere von den klimatischen Verhältnissen und dem Moortyp. Eine bilanzierende Betrachtung beider Treibhausgase bei einem Betrachtungszeitraum von 100 Jahren (Aufrechnung in Form von Kohlendioxid-Äquivalenten) zeigt, dass die Methan-Emissionen schwerer wiegen als die Bindung von Kohlenstoff, so dass ungestörte aber auch restaurierte Moore (Wiedervernässung) mit Emissionen zwischen 0,1 und 0,7 Mg CO_2-Äquivalenten je Hektar und Jahr Netto-Emittenten von Treibhausgasen sind (CHRISTENSEN und FRIBORG 2004, Tab. 6).

Bei der Rolle von Mooren im Kreislauf von Treibhausgasen ist grundsätzlich ein sehr langer Betrachtungshorizont angebracht, da Moore Kohlenstoff für Tausende von Jahren speichern und das aus Mooren gleichzeitig emittierte Methan durchschnittlich nach 12 Jahren abgebaut wird. Je länger man den Zeitraum der Betrachtung wählt, desto geringer ist daher die Differenz der Klimawirksamkeit der beiden Treibhausgase Methan und Kohlendioxid. So beträgt der Umrechnungsfaktor von Methan in CO_2-Äquivalente bei einem Betrachtungszeitraum von 100 Jahren 21, über einen Zeitraum von 500 Jahren nur noch 7,6 (SOLOMON et al. 2007). Auf ihre Gesamtlebensdauer bezogen müssen Moore – sofern die Bedingungen wie Wasserstand etc. gleich bleiben

– in jedem Fall als Netto-Senken von Treibhausgasen bzw. deren Ausgangsstoffen bezeichnet werden.

Die Bilanz entwässerter und landwirtschaftlich genutzter Moorflächen fällt erheblich schlechter aus, so dass der Schutz intakter Moore und die Wiedervernässung genutzter Flächen von großer Bedeutung sind (DRÖSLER 2005). Die Entwässerung von Mooren führt durch Mineralisation des als Torf gespeicherten Kohlenstoffs zur Freisetzung von Kohlendioxid. Gleichzeitig sinken aber die Methan-Emissionen deutlich. Bei der Mineralisierung von Torf in entwässerten Moorkörpern wird ein drittes relevantes Treibhausgas, nämlich Lachgas, freigesetzt. Das genaue Ausmaß der Kohlendioxid-, Methan- und Lachgasemissionen hängt wesentlich von der Nutzungsweise ab. Eine besonders schlechte Bilanz ergibt sich für als Ackerland oder Grünland genutzte Moorstandorte. Deren Treibhausgasemissionen liegen mit Werten zwischen 2,4 und 5,6 Mg CO_2-Äquivalenten je Hektar und Jahr um eine Größenordnung über denen funktionsfähiger Moore. In Deutschland ist die ackerbauliche Nutzung von Mooren die größte Treibhausgas-Einzelemissionsquelle im Sektor Landwirtschaft (WEGENER et al. 2006).

Eine Studie über die derzeitigen Kohlenstoffvorräte und die Treibhausgasbilanzen europäischer Moorgebiete verdeutlicht, dass bei einer Gesamtbetrachtung aller Treibhausgase über einen Betrachtungszeitraum von 100 Jahren die Moorgebiete mehr Treibhausgase emittieren als binden (CHRISTENSEN und FRIBORG 2004). Den größten Anteil an den europäischen Netto-Treibhausgasemissionen haben die Moorstandorte im europäischen Teil Russlands (37 % der Gesamtemissionen, wobei die Emissionen aus genutzten Mooren dominieren). Als zweitgrößter Netto-Emittent folgt bereits Deutschland, auf dessen Gebiet sich zwar nur 3,2 % der europäischen Moorflächen befinden, die aber für 12 % der Gesamtemissionen verantwortlich sind. Die hohen Emissionen in Deutschland lassen sich durch die intensive landwirtschaftliche Nutzung großer Teile der Moorflächen und die dabei entstehenden hohen Kohlendioxid- und Lachgas-Emissionen erklären (CHRISTENSEN und FRIBORG 2004, Tab. 7).

Bezüglich der Rückwirkungen eines sich ändernden Klimas auf die Prozesse und Stoffflüsse in Mooren bestehen große Wissenslücken. Höhere Temperaturen und die Verkürzung von Frostperioden dürften in Richtung einer Verringerung der Kohlenstoffakkumulation wirken, höhere Niederschläge könnten dagegen die Produktivität der Torfmoose erhöhen und somit gegenläufig wirken (CHRISTENSEN und FRIBORG 2004, S. 15).

3.7.3 Maßnahmen zur Minderung der Auswirkungen des Klimawandels auf Ökosysteme

228. Durch Naturschutzmaßnahmen und nachhaltige Wirtschaftsformen können sowohl die Anfälligkeit der Ökosysteme gegenüber dem Klimawandel als auch das Ausmaß der Klimaänderung durch Treibhausgasemissionen verringert werden. Anpassungs- und THG-Minderungsmaßnahmen greifen daher in vielen Fällen ineinander (ALCAMO 2007). Eine scharfe Trennung beider Maßnahmetypen ist daher in diesem Kontext nicht sachgerecht. Die Auswirkungen des Klimawandels auf bewirtschaftete Ökosysteme können sowohl durch Minderungs- als auch durch Anpassungsmaßnahmen abgemildert werden. So kann zum Beispiel durch die Form der Landnutzung die Fixierung von Kohlenstoff unterstützt werden, was wiederum zur Verminderung von Treibhausgasemissionen (Mitigation) führt. Eine gleichermaßen hohe Bedeutung hat die Landnutzung für die Sicherung von Biodiversität, Wasserhaushalt und Bodenqualität im Zeichen des stattfindenden Klimawandels (Adaption) (vgl. Abschn. 5.3.1). Neben den herkömmlichen Maßnahmen des energiebezogenen Klimaschutzes kommt es entscheidend darauf an, die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes zu erhalten und zu stärken.

3.7.3.1 Management von Naturschutzflächen und Integration in andere Landnutzungen

229. Da die negativen Folgen des Klimawandels nur teilweise und mit hohem Aufwand kompensiert werden können, ist eine starke globale Klimaschutzpolitik eine unabdingbare Voraussetzung für den Schutz der Biodiversität. Eine drastische Reduktion der Treibhausgasemissionen ist unbedingt notwendig, wenn die Veränderungen auf den biologischen Ebenen in einem beherrschbaren Rahmen bleiben sollen. Umgekehrt ist der Schutz der Biodiversität eine der wichtigsten Minderungs- und Anpassungsmaßnahmen (OTT et al. 2008). Kohlenstoffreiche Ökosysteme mit hohem Naturschutzwert können beispielsweise gefördert werden durch:

- die Wiedervernässung und den Schutz von nutzungsfreien Feuchtgebieten und Feuchtgrünland,
- die Ausweisung von Totalreservaten auf 5 % der Waldfläche (SRU 2002b, Tab. 2-6).

Vor dem Hintergrund des Klimawandels und den damit verbundenen Ungewissheiten sollte der Naturschutz so ausgestaltet werden, dass er Arten zur Migration und Adaption befähigt, Naturschutzflächen sollten daher mit Korridoren in Form eines Biotopverbundes verbunden werden (ökologische Netzwerke zum Erhalt der Populationen) und die Landschaft sollte mit Korridoren naturschutzverträglichen Managements durchlässig gestaltet werden; Migrationsbarrieren zum Beispiel durch

Lebensraumzerschneidungen sind zu vermindern (vgl. Abschn. 5.6.2). Die durch intensive Landnutzung der vergangenen Jahrzehnte zurückgegangenen Arten und Populationen sollten durch eine Extensivierung der Nutzung gestärkt werden. Die Vielfalt der Wirtschafts- und Kulturformen in Land-, Forst- und Wasserwirtschaft sind hinsichtlich ihrer Unterstützungsfunktion für den Naturschutz zu optimieren (DOYLE und RISTOW 2006; SRU 2007, Tz. 60-62). Da sich mit den erwünschten, meist extensiven Bewirtschaftungsformen in der Regel ein geringerer Gewinn erzielen lässt, sind agrarpolitische bzw. finanzielle Lenkungserfordernisse notwendig (Abschn. 11.4.3).

3.7.3.2 Landwirtschaftliche Bodennutzung

230. Die durch den Klimawandel ausgelösten Veränderungen sind regional unterschiedlich, so dass Maßnahmen zum Bodenschutz ebenfalls regional angepasst werden sollten. Maßnahmen zum Schutz vor Erosion und zur Erhaltung der organischen Substanz in Böden dienen gleichzeitig auch dem Erhalt der Kohlenstoff-Speicher in Böden und damit dem Klimaschutz. Insofern verstärkt der Klimaschutz die Notwendigkeit, diese Schutzziele vorsorgebasiert und effektiver als bisher in der Praxis zu implementieren.

Organische Substanz erfüllt neben der Speicherung von Kohlenstoff weitere wichtige Funktionen. Sie beeinflusst unter anderem Wasserhaltekapazität, Luftaustausch, Nährstoffversorgung der Pflanzen, Bodenstruktur und Bodenbiodiversität. Der Erhalt des standorttypischen Humusgehaltes ist zum Beispiel auch in dieser Hinsicht eine wichtige Anforderung der guten fachlichen Praxis der Bodenbewirtschaftung gemäß § 17 BBodSchG. Flächendeckende Daten zum Gehalt organischer Substanz in den Böden Deutschlands liegen vor (s. Abschn. 6.2.6). Die Verluste an organischer Substanz in den Böden Deutschlands lassen sich nicht eindeutig quantifizieren, da das vorhandene Datenmaterial keine Zeitreihenauswertung zulässt. Deutlich nachweisbar ist jedoch der Einfluss der Bodennutzung (s. Abb. 6-8).

Angepassten Anbauverfahren zur Bodenschonung und Wassereinsparung wird eine breite Wirksamkeit zugeschrieben. Dazu gehören Mulchverfahren (KRETSCHMANN und BEHM 2003) und die pfluglose Bodenbearbeitung. Durch bodenschonende Verfahren wird nicht nur der Wasserverbrauch durch Verdunstung verringert, sondern auch die Freisetzung von Kohlenstoff minimiert und die Erosionsgefahr gesenkt. Die Senkenfunktion von Grünland lässt sich verbessern, indem die Häufigkeit der Bodenbearbeitung verringert oder diese ganz eingestellt wird (BMVEL 2005). Nach Berechnung von NEUFELDT (2005) für Ackerland in Baden-Württemberg könnten beispielsweise durch die Umstellung von 40 % der Ackerfläche auf konservierende Bodenbearbeitung (pfluglose Bodenbearbeitung) circa 5 bis 14 % der

landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen reduziert werden. Gleichzeitig wird die Bodenbiodiversität bewahrt.

Die Einsatzmenge von Dünger sollte sich auch in der Praxis, wie von der DüV gefordert, am tatsächlichen Bedarf orientieren und weniger an der Notwendigkeit, die anfallenden Mengen an Wirtschaftsdünger zu entsorgen. Andererseits führt der Einsatz von kompostierten Ernterückständen und Wirtschaftsdüngern zu einer Reduzierung der Verwendung synthetischer Stickstoffdünger, die mit Hilfe fossiler Brennstoffe hergestellt werden (FLIEßBACH et al. 2006). Eine Reduzierung der stickstoffhaltigen Klimagase aus der landwirtschaftlichen Nutzung von Böden lässt sich durch eine optimierte Anwendung von Wirtschaftsdüngern und mineralischen Düngemitteln sowie durch Ausweitung des ökologischen Landbaus erreichen. Bislang fehlen jedoch Langzeitstudien zur Wirksamkeit pflugloser Bodenbearbeitung in Bezug auf Entstehung von N_2O und die Unterstützung der Bodenfunktion als Senke oder Speicher in Abhängigkeit von Bodenart und Fruchtfolge.

Die Anbaumethoden der ökologischen Landwirtschaft erhöhen die Bodenfruchtbarkeit und den Humusgehalt des Bodens: Gegenüber dem konventionellen und integrierten Landbau wird im Öko-Landbau in Abhängigkeit vom Standort zum Teil deutlich mehr Kohlenstoff im Boden angereichert. Gleichzeitig können sich humusreichere Böden leichter an veränderte Klimabedingungen anpassen, da mehr und länger Wasser gespeichert werden kann. Diese Eigenschaft ist ebenfalls bei Starkregenereignissen und im Hochwasserschutz von Bedeutung (FLIEßBACH et al. 2006). Das Ziel eines 20 %-Anteils des ökologischen Landbaus an der landwirtschaftlich genutzten Gesamtfläche (Bundesregierung 2002) bis 2010 ist daher auch aus Klimaschutz- und Klimaanpassungsgesichtspunkten von hoher Bedeutung.

Ein generelles Verbot, Dauergrünland umzubrechen, erscheint aus Klimaschutzgründen angemessen. Kurzfristig könnte dies durch eine Verschärfung der Landesverordnungen auf Grundlage des Direktzahlungen-Verpflichtungsgesetzes (§ 5 Abs. 3 Nr. 1) geschehen. Auf europäischer Ebene wäre ebenfalls in kurzer Zeit eine Änderung der Durchführungs-Verordnung (EG) Nr. 794/2004 möglich, mittelfristig sollte ein grundsätzliches Umbruchverbot in die Verordnung (EG) Nr 1782/2003 über Direktzahlungen (DirektzahlVerpflV) aufgenommen werden. Ein Umbruchverbot für Dauergrünland ist auch im Rahmen der Novellierung des BNatSchG erreichbar (vgl. Tz. 454, 992, 999; SRU 2007, Tz. 73).

3.7.3.3 Forstwirtschaft

231. Biodiversitäts- und bodenschonende Bewirtschaftungsformen schützen die Funktion der Wälder als Kohlenstoffspeicher (vgl. Tz. 224; METZGER und SCHRÖTER 2006). Auch durch naturnahe Verjüngung und gemischte Bestände wird

die Belastung der Atmosphäre mit Treibhausgasen reduziert, während durch eine Auflichtung und nachfolgende Unterbauung über einen Zeitraum von 15 Jahren mit erhöhten Lachgas-Emissionen zu rechnen ist (FRITZ 2006, S. 203). Ein Kahlschlag erhöht das Treibhausgaspotenzial des betreffenden Waldökosystems gravierend, denn zum einen wird verstärkt Lachgas aus dem Boden freigesetzt (z. B. fünf bis zehnmal erhöht), zum anderen verbleibt simultan mehr Methan in der Atmosphäre (FRITZ 2006, S. 203). Im Unterschied dazu führt ein Femelschlag (schlagweise Verjüngung) nur zu einer 1,6-fachen Erhöhung der Lachgas-Emissionen (FRITZ 2006, S. 203). Eine Stickstoffdüngung, um eine vermehrte Kohlenstoffaufnahme zu fördern, ist sowohl aus forstlicher Sicht umstritten (MAGNANI et al. 2007; HYVÖNEN et al. 2007), als auch aus Gründen des Arten-, Biotop- und Gewässerschutzes abzulehnen (vgl. Tz. 246 f., 335 f., 351).

Zu den Maßnahmen, die eine langfristige Erhöhung des Kohlenstoffspeichers ermöglichen, zählen (HÖLTERMANN 2006):

- die Erhöhung der mittleren Bestandesvorräte,
- der Verzicht auf THG freisetzende Produktionsmethoden,
- die Erhöhung des Totholzanteils,
- die Verlängerung der Rotationsperiode und
- die Regeneration bzw. Wiederbewaldung von degradierten Flächen.

Zusätzliche Stressoren wie Stoffeinträge, Bodenverdichtung sowie Störungen empfindlicher Waldökosysteme sollten reduziert werden, zum Beispiel durch eine verringerte Befahrung (ZEBISCH et al. 2005). Diese Forderungen stehen in einem Spannungsverhältnis zu der gegenwärtigen Strategie einer „Mobilisierung“ der Holzressourcen (Tz. 363, 368).

3.7.4 Zielkonflikte und Synergieeffekte zwischen Natur- und Klimaschutz

232. Fraglos kommt der Nutzung erneuerbarer Energieträger eine zentrale Rolle bei der Verminderung von Treibhausgasemissionen zu. Allerdings birgt die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien auch ein erhebliches Konfliktpotenzial in Bezug auf einen umfassenden Naturschutz. Dies gilt insbesondere für die Bereiche, die in den letzten Jahren rasant wuchsen (Windenergienutzung an Land) oder für die zukünftig ein substanzieller Ausbau erwartet wird – wie für Windenergienutzung auf See, Biomassenutzung und ihre Wirkungen auf Boden, Wasser, Biodiversität und Landschaftsbild (SRU 2007; DOYLE et al. 2007; SRU 2003). Ohne auf dieses Konfliktpotenzial näher einzugehen, lässt sich festhalten, dass es – auch angesichts der oben dargestellten Wechselbeziehungen zwischen Klima und Biodiversität – keine

„einfache“ Lösung im Sinne einer allgemein gültigen Vorrangregel entweder für Klima- oder für Biodiversitätsschutz gibt. Vielmehr gilt es, die Konflikte soweit wie möglich durch die Wahl geeigneter Verfahren und konfliktarmer Standorte zu vermeiden oder zu mindern (DRL 2006).

Dennoch können wichtige Synergieeffekte zwischen Natur- und Klimaschutz erzielt werden (vgl. Tz. 229). Ein Beispiel ist die energetische Nutzung des Mahdguts von Naturschutzflächen. Dies könnte, neben der Vermeidung von CO_2-Emissionen aus fossilen Energieträgern, den Erhalt solcher Flächen attraktiver machen (GRAß et al. 2007; PROCHNOW et al. 2007; vgl. SRU 2007, Tab. 2-1, Tz. 31, 62). Auch die Wiedervernässung degradierter Niedermoorböden mit gegebenenfalls standortangepasster Bewirtschaftung unterstützt die Bildung biologischer Senken für Kohlenstoff (Schilf-, Seggengewinnung, Erlennutzung; JOOSTEN und AUGUSTIN 2006; SCHÄFER 2005). Durch „klimafreundliche“ Landnutzungen können gezielt eine hohe Kohlenstofffixierung angestrebt, Lachgas- und Methan-Emissionen reduziert und so Beiträge zur Verminderung der Treibhausgasemissionen geleistet werden. Letztlich ist eine nachhaltige naturverträgliche Landnutzung die entscheidende Brücke zwischen der Klimarahmenkonvention und dem Übereinkommen über biologische Vielfalt (SCHULZE et al. 2007).

3.7.5 Instrumente zur Umsetzung

233. Bislang haben erst die Bundesländer Brandenburg, Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Nordrhein-Westfalen, Schleswig-Holstein, Thüringen und Sachsen regionale Szenarien erstellt, um auf den Klimawandel reagieren zu können (GERSTENGARBE et al. 2003; STOCK 2005; Bayerischer Klimaforschungsverbund 1999; BEIERKUHNLEIN und FOKEN 2008; STREITFERT et al. 2005; Geschäftsbereich des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft 2005; GERSTENGARBE et al. 2004; Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie 2004; TMNLU 2000; Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz 2007; AUGST et. al. 2007; OTT et al. 2008). Oft bleiben diese Untersuchungen in Bezug auf die Auswirkungen auf die Biodiversität und den Naturschutz im Ungenauen.

Im Interesse einer breit angelegten Klimastrategie, die die natürlichen Lebensgrundlagen einbezieht und den Umgang mit Sommerhitze, Winterregen oder Hochwasserereignissen verbessert, sollten die Erfordernisse des Klimaschutzes und der Anpassung an den Klimawandel auch in der Landschaftsplanung verankert werden (s. a. HEILAND et al. 2008). Die Darstellung der für den Luftaustausch und die Kaltluftentstehung bedeutsamen Flächen anhand allgemeiner klimatologischer Grundregeln sowie die Darstellung von Landnutzungsrestriktionen für Ökosysteme mit

hohem THG-Emissionspotenzial werden in der Planung an Bedeutung gewinnen. Die Darstellung von Anpassungsmaßnahmen und ihre Verbindung mit anderen multifunktionalen Maßnahmen in der Landschaft sowie Vorschläge für die Steigerung der THG-Senkenfunktion sollten ebenfalls zu den Standardinhalten der Landschaftsplanung zählen (vgl. Tz. 443). Die diesbezüglichen Maßnahmen und Erfordernisse der Landschaftsplanung können durch die übrigen Instrumente des Naturschutzrechtes, durch die Raum- und Bauleitplanung sowie durch Instrumente anderer Fachplanungen, insbesondere der wasserwirtschaftlichen Planung, umgesetzt werden.

Raumplanung und Bauleitplanung sind sowohl für den Klimaschutz als auch für die Anpassung an Klimafolgen von Bedeutung (FLEISCHHAUER und BORNEFELD 2006). Allerdings arbeiten Raumordnungs- und Flächennutzungspläne in der Regel mit einem Zeithorizont von 10 bis 15 Jahren, während sich die Modellrechnungen des Klimawandels auf den Zeithorizont zwischen 2050 und 2100 beziehen. Raumplanung und Bauleitplanung sind jedoch der Nachhaltigkeit verpflichtet und müssen deshalb einen weiteren Zeithorizont bei der Planung in den Blick nehmen.

Die Wasserrahmenrichtlinie bietet einen geeigneten Rahmen, um die Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt und Flusseinzugsgebiete in der Bewirtschaftungs- und Maßnahmenplanung zu berücksichtigen (EEA 2007b; vgl. Tz. 542, 554). Dieser Rahmen sollte unbedingt ausgeschöpft werden.

3.7.6 Fazit

234. Um die Auswirkungen des Klimawandels abzuschwächen, ist es wichtig, Einflussmöglichkeiten auf alle Systemkomponenten zu mobilisieren. Klimaprobleme sind im Zusammenhang mit den Gesamtökosystemen und damit auch den anthropogenen Landnutzungsänderungen zu betrachten. Die nicht-technische Seite der Minderung und Anpassung ist bislang in der Klimapolitik unterrepräsentiert. Die Integration der Ziele der nationalen Biodiversitätsstrategie stellt hier ein wichtiges Handlungsfeld für die nationale Klimaschutzstrategie dar. Eine naturschutzkonforme Landnutzung senkt die Empfindlichkeit der Landnutzungen gegen den Klimawandel und verringert zugleich die Treibhausgasemissionen. Sie kann und sollte die Landschaften auch für die klimabedingte Migration der Arten durchlässig machen. Maßnahmen, die den Kohlenstoffvorrat im Boden steigern, tragen nicht nur zur Kohlenstoffspeicherung und zum Erhalt der Biodiversität bei, sie verbessern auch den Wasserhaushalt und die Nährstoffzyklen terrestrischer Ökosysteme. Eine Belebung der Naturräume fördert somit gleichermaßen den Klimaschutz, die Anpassung an den Klimawandel und die Ziele des Naturschutzes. Anpassungsmaßnahmen sollten an diesen Synergiepotenzialen von Klima- und Naturschutz ausgerichtet werden.

Ein gezieltes Landmanagement zur Stärkung der Aufnahmefähigkeit für Treibhausgase ist dringend erforderlich und sollte dreierlei anstreben:

- die heutigen Kohlenstoffspeicher bzw. -senken (Wälder, Grünland, wachsende Moore, Böden) erhalten und stärken,
- angepasste landwirtschaftliche Bewirtschaftungsformen entwickeln und fördern, um Treibhausgasemissionen von Ackerböden zu reduzieren oder diese in Senken umzuwandeln,
- insbesondere müssen Feucht- und Moorgebiete, kohlenstoffreiche Böden und alte Wälder strikt geschützt werden, da ihre Zerstörung sehr große Kohlenstoffmengen freisetzt.

In der nationalen Klimaschutzstrategie und der Deutschen Anpassungsstrategie sollten in Abstimmung zwischen den Fachressorts sowie zwischen Bund, Ländern und Kommunen gemeinsame Lösungen gesucht und Synergieeffekte einer *integrierten* Strategie für Klima- und Biodiversitätsschutz genutzt werden.

In den wissenschaftlichen Klimaszenarien für Deutschland werden die Folgen von Landnutzungsänderungen bislang nicht berücksichtigt. Dies gilt es in Zukunft dringend zu berücksichtigen, um die Prognosefähigkeit der Modelle zu erhöhen.

3.8 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

235. Der 4. Sachstandsbericht des IPCC hat neue alarmierende Erkenntnisse gebracht, die sehr viel beunruhigender sind als die bisherigen. Die Zielvorgaben gehen demgemäß weiter als bisher. Mehrfach wird ein globales Treibhausgas-Reduktionsziel von 50 bis 85 % bis 2050 (gegenüber 2000) genannt. Für die Industrieländer wird eine Emissionsminderung gegenüber 1990 von minus 25 bis 40 % bis 2020 genannt und bis 2050 sogar eine Minderung der Treibhausgase um 80 bis 95 % als nötig erachtet. Der Aktionsplan von Bali (Dezember 2007) sieht zwar noch keine quantitativen Ziele vor, weist aber indirekt auf diese Ziele hin, die über die bisherige Diskussion hinausgehen. Der SRU empfiehlt, diese weitergehenden Ziele und ihre Begründung in den weiteren Zielbildungsprozess einzubeziehen. Dies ist auch deshalb vertretbar, weil diesen weitergehenden Zielen eine neue Innovations- und Wachstumsdynamik bei klimarelevanten Technologien gegenübersteht, die die Handlungsspielräume erweitert hat. Nicht nur die Erfordernisse, sondern auch die Handlungspotenziale der Klimapolitik haben sich dynamisch verändert.

Der Ansatz Deutschlands und der EU im Klimaschutz voranzuschreiten um andere Länder nachzuziehen, ist richtig und hat sich auch wirtschaftlich als erfolgreich erwiesen. Für die Glaubwürdigkeit dieser Politik entscheidend ist aber, dass die festgelegten Ziele auch erreicht werden. Die am 5. Dezember 2007 vom Kabinett

beschlossenen Maßnahmen zum Klimaprogramm sind grundsätzlich zu begrüßen. In Teilbereichen wie der Stromeinsparung oder der weiteren steuerlichen Förderung verbrauchsintensiver Dienstwagen wurden jedoch sachlich nicht gerechtfertigte Einschränkungen vorgenommen. Angesichts der wirtschaftlichen Bedeutung klimafreundlicher Technologien wie auch im Hinblick auf die deutsche Vorreiterrolle in der Klimapolitik sollten strukturkonservative Hemmnisse, wie sie hier offenbar wirksam wurden, rasch überwunden werden.

Die rasche Begrenzung und Reduktion der Treibhausgasemissionen durch verbindliche und langfristig vorhersehbare Regulierungen muss das unabdingbare Ziel der Klimapolitik sein und bleiben. Eine entsprechende Instrumentierung kann – bei richtiger Umsetzung – die Anpassungskosten gering gehalten. Die bisherigen Erfahrungen mit dem Emissionshandel legen es nahe, zu einem alle Sektoren umfassenden Ansatz und einer vollständigen Versteigerung überzugehen.

236. Der Steigerung der Energieeffizienz kommt eine besondere Bedeutung zu. Im Hinblick auf die hohe Profitabilität entsprechender Maßnahmen und angesichts der hohen Bedeutung der Energiepreise wie auch des Innovationswettbewerbs in diesem Bereich hält der SRU noch anspruchsvollere Maßnahmen für möglich und – im Hinblick auf das Tempo des Klimawandels – für sinnvoll. Grundsätzlich sollten bei der Umsetzung anspruchsvolle, kalkulierbare Zielvorgaben mit einer monetären Tendenzsteuerung verfolgt werden, die durch eine Detailsteuerung (z. B. dynamische Verbrauchsstandards) ergänzt wird. Letztere kann zusätzliche spezifische Innovationspotenziale mobilisieren und zur Überwindung spezifischer Innovations- und Anpassungshemmnisse beitragen. Schwerpunktbereiche der Effizienzstrategie sind Gebäude, energieverbrauchende Geräte und Verkehr. Hier sind hohe ungenutzte wirtschaftliche Potenziale vorhanden.

Im Bereich der Wohnimmobilien sollte im Sinne der Klimapolitik der EU über die jetzige Planung hinaus bis 2015 der Passivhausstandard für Neubauten anvisiert werden. Allerdings scheitert die Realisierung der baulichen und nutzungsbezogenen Energieeinsparungen häufig an unangepassten Rahmenbedingungen. Die Wohnungsmarktregulierung bietet bisher keine hinreichenden Investitionsanreize. Die deshalb berechtigten Förderprogramme sollten der Effizienz des Fördermitteleinsatzes und der tatsächlichen Energieeinsparungen ausreichend Rechnung tragen.

Bei den energieverbrauchenden Geräten spielt in der Diskussion die Orientierung am marktbesten „Top Runner“ eine wichtige Rolle. Die Dynamisierung dieser Standards hat Innovationen gefördert, die die technischen Potenziale der Energieeinsparung weiter erhöht haben. Die europäische Ökodesign-Richtlinie für energieverbrauchende Produkte, die diesen Ansatz um ökologische Kriterien erweitert, sollte schneller und zunächst mit dem Fokus auf Energieeffizienz umgesetzt werden.

Die Selbstverpflichtung der europäischen Automobilindustrie zur Begrenzung des CO_2-Verbrauches von PKW ist gescheitert. Der SRU empfiehlt als Alternative einen einheitlichen Grenzwert für alle PKW, der aber durch die Möglichkeit der herstellerinternen Kompensation und des Handels zwischen den Herstellern flexibilisiert wird. Der Zielwert sollte über 2012 hinaus weiter deutlich reduziert werden. Die vom Europäischen Parlament vorgeschlagenen 95 g CO_2/km für 2020 kann dabei als Obergrenze einer anzuvisierenden Spannbreite von 80 bis 95 g gesehen werden. Dieser Standard sollte durch ökonomische Instrumente flankiert werden, die das Kaufverhalten in Bezug auf PKW und die Fahrleistungen beeinflussen. Der Vorschlag der Europäischen Kommission fällt hinter das selbst gesetzte politische Ziel von 130 g bis 2012 und die Anforderungen an eine effiziente Lösung zurück. Die von ihr vorgeschlagene gewichtsabhängige Grenzwertkurve mit Strafzahlungen und Flexibilisierung macht Konzessionen an die Forderungen der deutschen Automobilindustrie, die weder den technischen Potenzialen noch den Erfordernissen des Klimaschutzes gerecht wird.

237. Die Abscheidung und Lagerung von CO_2 (CCS) ist grundsätzlich technisch realisierbar, steht aber noch vor einer Reihe ungelöster technischer und wirtschaftlicher Probleme. Die Investitionskosten eines Kraftwerkes mit CCS sind bis zu doppelt so hoch wie ohne. Noch einmal wesentlich höher sind die Zusatzkosten für die Nachrüstung (Retrofit) eines bestehenden Kraftwerkes. Ob und wann CCS Marktreife erlangt und im Hinblick auf die Lagerung auf hinreichende Akzeptanz stößt, ist – auch angesichts neuerlicher Probleme bei Anlagen in Norwegen und den USA – noch völlig offen. Letztlich entscheidet der europäische Emissionshandel, ob CCS im deutschen Energiemix je einen Beitrag zur Emissionsreduktion leisten wird. Erfüllt die Technologie die in sie gesetzten Erwartungen nicht oder/und erweisen sich Nachrüstungen von Kraftwerken als nicht rentabel, dürfen die Klimaschutzziele keinesfalls in Frage gestellt werden. Setzen die Energieversorger auf CCS, müssen sie auch die betriebswirtschaftlichen Risiken tragen. Entscheidend ist das glaubwürdige Beharren der Politik auf der Einhaltung des Emissionsbudgets, damit aus dem betriebswirtschaftlichen kein gesamtgesellschaftliches (Klima-)Risiko wird. Um Fehlinvestitionen zu vermeiden, muss die Privilegierung der Kohleverstromung im Emissionshandel (bis 2012) rechtzeitig und eindeutig aufgehoben werden. Sie widerspricht nicht nur der Effizienzlogik dieses Instruments und der Glaubwürdigkeit der deutschen Politik, sie wird sich auch im Zeichen des anhaltenden Klimawandels kaum längerfristig aufrechterhalten lassen. Die weitere Erforschung der CCS-Technologie erachtet der SRU allerdings als sinnvoll.

238. Der Europäische Emissionshandel wurde – innerhalb des bestehenden Rahmens – in der zweiten Handelsperiode deutlich verbessert. Und mit der vorgeschlagenen Novelle der europäischen Richtlinie sind mit dem einheitlichen,

langfristig berechenbaren Emissionsbudget und der vollständigen Auktionierung sowie den weiteren angestrebten Vereinfachungen einige mehr als begrüßenswerte Verbesserungsvorschläge für die Rahmensetzung gemacht worden. Bei der Übergangsregelung für die Industrie ist eine Harmonisierung zwar besser als einzelstaatliche Regeln, aber hier ist die zusätzliche Komplexität, die in das System gebracht wird, gegenüber dem vermeintlichen Nutzen abzuwägen. Das gleiche gilt für die vorgesehenen Ausnahmeregelungen für vermeintlich von Abwanderung betroffene Industrien, die entsprechend restriktiv gehandhabt werden sollten.

Langfristig sollte der Emissionshandel jedoch auf der ersten Handelsstufe ansetzen. Einige Aspekte der Umsetzung, wie die Behandlung des nichtenergetischen Verbrauchs, bedürfen noch näherer Prüfung. Aber diese Variante des Emissionshandels ist vermutlich nicht komplizierter als das jetzige System. Eine dem Klimaproblem angemessene Obergrenze (Cap) ist in beiden Fällen erforderlich. Der entscheidende Vorteil eines Emissionshandels auf der ersten Handelsstufe bestünde darin, dass die energiebedingten Emissionen aller Sektoren erfasst würden. Zusätzliche Maßnahmen zur Mobilisierung spezieller Innovationspotenziale – von dynamischen Höchstverbrauchsstandards bis zur Produktkennzeichnung – sind in einem solchen System weiterhin möglich und sinnvoll, sofern sie nicht signifikante Kostenverzerrungen im System verursachen.

239. Dem Natur- und Landschaftsschutz kommt eine wichtige Funktion sowohl für den Klimaschutz als auch für die Anpassung an den Klimawandel zu. Diese nicht-technische Seite von Klimaschutz und Anpassung kommt in der Klimapolitik bislang viel zu kurz. Eine naturschutzkonforme Landnutzung senkt die Empfindlichkeit (Vulnerabilität) der Landnutzungen und verringert zugleich die Treibhausgasemissionen. Sie sollte die Landschaften auch für die klimabedingte Migration der Arten durchlässig machen. Maßnahmen, die den Kohlenstoffvorrat im Boden steigern, können nicht nur zur Kohlenstoffspeicherung und zum Erhalt der Biodiversität beitragen, sie verbessern auch den Wasserhaushalt und die Nährstoffzyklen terrestrischer Ökosysteme. Eine Vitalisierung der Naturräume fördert somit gleichermaßen den Klimaschutz, die Anpassung an den Klimawandel und die Ziele des Naturschutzes. Ein gezieltes Landmanagement zur Stärkung der Aufnahmefähigkeit für Treibhausgase sollte dreierlei anstreben:

- die heutigen Kohlenstoffsenken (Wälder, Grünland, wachsende Moore, Böden) erhalten und stärken,
- angepasste landwirtschaftliche Bewirtschaftungsformen entwickeln und fördern, um die Emissionen von Ackerböden zu reduzieren oder diese in Senken umzuwandeln,
- die großen Kohlenstoffspeicher Feucht- und Moorgebiete, Böden und alte Wälder strikt schützen, da ein Verlust von Kohlenstoff sehr viel schneller erfolgt als dessen

Fixierung. Die genannten Optionen zur Stärkung der Aufnahmefähigkeit für Treibhausgase sollten unter optimaler Ausnutzung der Synergien mit Naturschutzzielen (s. SRU 2002b) verfolgt werden.

Zeddies, G. (2006): Gesamtwirtschaftliche Effekte der Förderung regenerativer Energien, insbesondere der Biomasse – Eine kritische Beurteilung vor dem Hintergrund modelltheoretischer Konzeptionen. Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht 29 (2), S. 183-205.

ZEW (Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung) und FFU (Forschungsstelle für Umweltpolitik) (2007): Instrumente zur Förderung von Umweltinnovationen – Bestandsaufnahme, Bewertung und Defizitanalyse. Bericht an das Umweltbundesamt zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben 206 14 132/01. Mannheim, Berlin: ZEW, Freie Universität Berlin.

Kapitel 3

ACEA (European Automobile Manufactures' Association) (2008): EU Economic Report. February 2008. Brüssel: ACEA.

Adger, N., Aggarwal, P., Agrawala, S., Alcamo, J., Allali, A., Anisimov, O., Arnell, N., Boko, M., Carter, T., Casassa, G., Confalonieri, U., Cruz, R. V., Alcaraz, E. de A., Easterling, W., Field, C., Fischlin, A., Fitzharris, B., García, C. G., Harasawa, H., Hennessy, K., Huq, S., Jones, R., Bogataj, L. K., Karoly, D., Klein, R., Kundzewicz, Z., Lal, M., Lasco, R., Love, G., Lu, X., Magrín, G., Mata, L. J., Menne, B., Midgley, G., Mimura, N., Mirza, M. Q., Moreno, J., Mortsch, L., Niang-Diop, I., Nicholls, R., Nováky, B., Nurse, L., Nyong, A., Oppenheimer, M., Patwardhan, A., Lankao, P. R., Rosenzweig, C., Schneider, S., Semenov, S., Smith, J., Stone, J., Ypersele, J.-P. van, Vaughan, D., Vogel, C., Wilbanks, T., Wong, P. P., Wu, S., Yohe, G. (2007): Technical Summary. In: IPCC (Hrsg.): Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, S. 23-78.

AGEB (Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen) (2008): Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2007. Berlin: AGEB.

Alcamo, J. (2007): Klimaänderung, Klimafolgen und Verwundbarkeit in Europa Ergebnisse aus dem IPCC. Vortrag, 3. Nationaler Workshop Klimawandel in Deutschland: Strategien der Anpassung, 06.11.2007, Dessau.

Alcamo, J., Moreno, J. M., Nováky, B., Bindi, M., Corobov, R., Devoy, R. J. N., Giannakopoulos, C., Martin, E., Olesen, J. E., Shvidenko, A. (2007): Europe. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: Parry, M. L., Canziani, O. F., Palutikof, J. P., Linden, P. J. van der, Hanson, C. E. (Hrsg.): Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, S. 541-580.

Anderson, K., Bows, A., Footitt, A. (2007): Aviation in a low-carbon EU: A research report by the Tyndall Centre, University of Manchester. Norwich: Tyndall Centre.

Arimura, T. H., Burtraw, D., Krupnick, A., Palmer, K. (2007): U.S. Climate Policy Developments. Washington, DC: Recources for the Future. RFF Discussion Paper 07-45.

Augst, H. J., Lütt, S., Thiessen, H., Wälter, T., Krütgen, J. (2007): Klimawandel in Schleswig Holstein. Folgen und Handlungsoptionen für den Naturschutz. Flintbek: Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig Holstein, Abteilung 3 Naturschutz und Landschaftspflege.

Azar, C., Dowlatabadi, H. (1999): A Review of Technical Change in Assessment of Climate Policy. Annual Review of Energy and Environment 24, S. 513-544.

Baake, R., Resch, J., Rosenkranz, G. (2007): Eingeknickt und zu kurz gesprungen. Bewertung des Regierungsentwurfs "Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm". Berlin: Deutsche Umwelthilfe.

Bachor, A. (2006): Erfolgsrezept für Energieversorger: Contracting für Kleinanlagen. Energiewirtschaftliche Tagesfragen 56 (3), S. 56-58.

Bade, M., Beckers, R., Behnke, A., Berg, H., Burger, A., Eichler, F., Erdmenger, C., Friedrich, A., Georgi, B., Hanhoff, I., Heinen, F., Jering, A., Hartschall, K., Kaschenz, H., Krause, B., Kühleis, C., Langrock, T., Mahrenholz, P., Mordziol, C., Nantke, H.-J., Paulini, I., Pichl, P., Saupe, S., Schneider, J., Schulz, D., Schwaab, K., Söker, M., Strohschein, J., Verron, H., Wehrspaun, M., Weiß, M., Westermann, B., Winzer, M. (2005): Die Zukunft in unseren Händen. 21 Thesen zur Klimaschutzpolitik des 21. Jahrhunderts und ihre Begründungen. Dessau: Umweltbundesamt. Climate Change 06/05.

Barker, T., Bashmakov, I., Alharti, A., Amann, M., Cifuentes, L., Drexhage, J., Duan, M., Edenhofer, O., Flannery, B., Grubb, M., Hoogwijk, M., Ibitoye, F. I., Jepma, C. J., Pizer, W. A., Yamaji, K. (2007a): Mitigation from a cross-sectoral perspective. In: IPCC (Hrsg.): Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, S. 619-690.

Barker, T., Bashmakov, I., Bernstein, L., Bogner, J. E., Bosch, P., Dave, R., Davidson, O., Fischer, B. S., Gupta, S., Halsnaes, K., Heij, B. J., Ribeiro, S. K., Kobayashi, S., Levine, M. D., Martino, D. L., Masera, O., Metz, B., Meyer, L., Nabuurs, G.-J., Najam, A., Nakicenovic, N., Rogner, H. H., Roy, J., Sathaye, J., Schock, R., Shukla, P., Sims, R. E. H., Smith, P., Tirpak, D. A., Urge-Vorsatz, D., Zhou, D. (2007b): Technical Summary. In: IPCC (Hrsg.): Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, S. 25-93.

Barthel, C., Bunse, M., Irrek, W., Thomas, S. (2006): Optionen und Potenziale für Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen. Kurzfassung. Enbericht im Auftrag der E.ON AG. Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie.

Bayerischer Klimaforschungsverbund (1999): Klimaänderungen in Bayern und ihre Auswirkungen. München: Bayerischer Klimaforschungsverbund.

Beaucamp, G., Beaucamp, R. (2002): Überblick zur neuen Energieeinsparverordnung. Neue Zeitschrift für Miet- und Wohnungsrecht 5 (8), S. 323-326.

Beierkuhnlein, C., Foken, T. (Hrsg.) (2008): Klimawandel in Bayern. Auswirkungen und Anpassungsmöglichkeiten. Bayreuth: Bayreuther Zentrum für Ökologie und Umweltforschung. Bayreuther Forum Ökologie 113.

Bellamy, P. H., Loveland, P. J., Bradley, R. I., Lark, R. M., Kirk, G. J. D. (2005): Carbon losses from all soils across England and Wales 1978-2003. Nature 7056, S. 245-248.

Blok, K., Jager, D. de, Hendriks, C. (2001): Economic Evaluation of Sectoral Emission Reduction Objectives for Climate Change. Summary Report for Policy Makers. Brüssel: Europäische Kommission.

BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) (2006a): Agrarpolitischer Bericht der Bundesregierung 2006. Berlin: BMELV.

BMELV (2006b): Bericht über den Zustand des Waldes 2006. Ergebnisse des forstlichen Umweltmonitorings. Berlin: BMELV.

BMELV (2006c): Nationaler Strategieplan der Bundesrepublik Deutschland für die Entwicklung ländlicher Räume 2007-2013. Berlin: BMELV.

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2008): Bundesregierung startet Integriertes Energie- und Klimaprogramm. Umwelt, Sonderteil 2008 (1), S. II-XII.

BMU (2007a): Das Integrierte Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung. Berlin: BMU. Hintergrundpapier. http://www.bmu.de/klimaschutz/downloads/doc/40515.php (17.12.2007).

BMU (2007b): Entwurf eines Gesetzes zur Änderung der Rechtsgrundlagen zum Emissionshandel im Hinblick auf die Zuteilungsperiode 2008 bis 2012. Gesetzestext mit Begründung in der Fassung des Kabinettsbeschlusses vom 18. April 2007. Berlin: BMU.
http://www.bmu.de/pressemitteilungen/aktuelle_pressemitteilungen/pm/39176.php (18.04.2007).

BMU (2007c): Fördergeld für Energieeffizienz und erneuerbare Energien. Programme - Ansprechpartner - Adressen. Berlin: BMU.

BMU (2007d): Gesetz zur Änderung der Rechtsgrundlagen zum Emissionshandel im Hinblick auf die Zuteilungsperiode 2008 bis 2012. Berlin: BMU. http://www.bmu.de/emissionshandel/downloads/doc/39620.php (03.08.2007).

BMU (2007e): GreenTech made in Germany. Umwelttechnologie-Atlas für Deutschland. München: Vahlen.

BMU (2007f): Klimaagenda 2020: Der Umbau der Industriegesellschaft. Berlin: BMU. Hintergrundpapier. http://www.bmu.de/klimaschutz/downloads/doc/39238.php.

BMU (2007g): Klimaagenda 2020: Klimapolitik der Bundesregierung nach den Beschlüssen des Europäischen Rates. Klimaschutz bedeutet Umbau der Industriegesellschaft. Bundesumweltminister Sigmar Gabriel, Regierungserklärung, 26.04.2007, Deutscher Bundestag. Berlin: BMU. http://www.bmu.de/reden/bundesumweltminister_sigmar_gabriel/doc/39239.php.

BMU (2006): Nationaler Allokationsplan 2008-2012 für die Bundesrepublik Deutschland. Berlin: BMU. http://www.bmu.de/emissionshandel/downloads/doc/36957.php (28.06.2006).

BMU, BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2006): Bericht der Arbeitsgruppe 3 "Forschung und Energieeffizienz" zum Energiegipfel am 9. Oktober 2006. Berlin: BMU. http://www.bmu.de/energieeffizienz/aktionsprogramm_energieeffizienz/doc/37830.php (13.02.2007).

BMU, BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie) (2006): Energieversorgung für Deutschland. Statusbericht für den Energiegipfel am 3. April 2006. Berlin: BMWi, BMU.

BMU (o. J.): CO_2-Emissionen neuer Pkw in g/km 1995-2006. Tabellenblatt. Berlin: BMU. http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/verk_co2_pkw_neu.pdf (19.03.2008).

BMVEL (Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung, Landwirtschaft und Forsten) (2005): Bericht zum Klimaschutz im Bereich Land- und Forstwirtschaft. Berlin: BMVEL.

BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie) (2007a): Energiedaten. Nationale und internationale Entwicklung. Berlin: BMWi. http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/Energiestatistiken/energiedaten,did=51884.html (23.01.2007).

BMWi (2007b): Nationaler Energieeffizienz-Aktionsplan (EEAP) der Bundesrepublik Deutschland. Berlin: BMWi.

BMWi (2006): Vorschlag für ein 10-Punkte-Programm für mehr Energieeffizienz im Nachfragebereich. Berlin: BMWi. http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation /energie,did=143426.html (05.10.2006).

BMWi, BMU (2007): Bericht zur Umsetzung der in der Kabinettsklausur am 23./24.08.2007 in Meseberg beschlossenen Eckpunkte für ein Integriertes Energie- und Klimaprogramm. Berlin: Bundesregierung.

BMWi, BMU, BMBF (2007): Entwicklungsstand und Perspektiven von CCS-Technologien in Deutschland. Gemeinsamer Bericht des BMWi, BMU und BMBF für die Bundesregierung. Berlin: BMWi.

Böhringer, C., Hoffmann, T., Manrique-de-Lara-Penate, C. (2006): The efficiency costs of separating carbon markets under the EU emissions trading scheme: A quantitative assessment for Germany. Energy Economics 28 (1), S. 44-61.

Brandt, H. (2004): Kosten und Auswirkungen der gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) in Deutschland. Berlin: Oxfam Deutschland.

Buchner, B. (2007): The economic aspects of linking trading schemes. Vortrag, Fourth meeting of the ECCP working group on emissions trading, 14.06.2007, Brüssel.

Bundesrat (2007): Gesetz zur Änderung der Rechtsgrundlagen zum Emissionshandel im Hinblick auf die Zuteilungsperiode 2008 bis 2012. Berlin: Bundesrat. Drucksache 443/07.

Bundesregierung (2007a): Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm. Berlin: Bundesregierung.

Bundesregierung (2007b): Klimaschutz. Berlin: Bundesregierung. http://www.bundesregierung.de/Webs/Breg/DE/ThemenAZ/Klimaschutz/klimaschutz (21. August 2007).

Bundesregierung (2006): Wachstum und Verantwortung - Leitmotiv der deutschen G8-Präsidentschaft. Berlin: Bundesregierung. http://www.g-8.de/Webs/G8/DE /G8Gipfel/Agenda/agenda.html (16.04.2007).

Bundesregierung (2002): Perspektiven für Deutschland. Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung. Berlin: Presse- und Informationsamt der Bundesregierung.

Bürger, V., Wiegmann, K. (2007): Energieeinsparquote und Weiße Zertifikate. Freiburg: Öko-Institut. Arbeitspapier.

Burgi, M., Selmer, P. (2007): Verfassungswidrigkeit einer entgeltlichen Zuteilung von Emissionszertifikaten. Stuttgart: Boorberg. Bochumer Beiträge zum Berg- und Energierecht 48.

Butterbach-Bahl, K., Rothe, A., Papen, H. (2002): Effect of tree distance on N_2O- and CH_4-fluxes from soils in temperate forest ecosystems. Plant and Soil 240 (1), S. 91-103.

Cames, M., Deuber, O., Rath, U. (2004): Emissionshandel im internationalen zivilen Luftverkehr. Berlin: Öko-Institut.

CarboEurope IP (2004a): Greenhouse Gas Emissions from European Croplands. Jena: Max-Planck-Institut für Biogeochemie. http://www.carboeurope.org/ (13.03.2008).

CarboEurope IP (2004b): Specific Study on Forest Greenhouse Gas Budget. Jena: Max-Planck-Institut für Biogeochemie. http://www.carboeurope.org/ (13.03.2008).

CDU, CSU, SPD (2005): Gemeinsam für Deutschland - mit Mut und Menschlichkeit. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD. Berlin. http://www.bundesregierung.de/nsc_true/Content/DE/__Anlagen/koalitionsvertrag,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/koalitionsvertrag (13.02.2007).

CE Delft, Germanischer Loyd, MARINTEK, Det Norske Veritas (2006): Greenhouse Gas Emissions for Shipping and Implementation Guidance for the Marine Fuel Sulphur Directive. Delft: CE Delft.

Christensen, T. R., Friborg, T. (Hrsg.) (2004): EU Peatlands: Current Carbon Stocks and Trace Gas Fluxes. University of Lund. Carbo Europe Report SS4.

Cline, W. R. (2005): The Costs of Inaction with Respect to Climate Change. Paris: OECD. EPOC High-Level Special Session on the Costs of Inaction.

Coninck, H. d., Anderson, J., Curnow, P., Flach, T., Flagstad, O.-A., Groenenberg, H., Norton, C., Reiner, D., Shackley, S. (2006): Acceptability of CO_2 capture and storage. A review of legal, regulatory, economic and social aspects of CO_2 capture and storage. Petten: Energy reseach Centre of the Netherlands. ECN Working Paper ECN-C--06-026.

Cramer, W. (2007): Die wesentlichen Aussagen des Berichtes der Arbeitsgruppe II des IPCC. Vortrag, Nationaler Workshop zum Bericht der Arbeitsgruppe II des IPCC, 16.04.2007, Potsdam.

Davies, C. (2007): Report on the Community Strategy to reduce CO_2 emissions from passenger cars and light commercial vehicles. Brüssel: Europäisches Parlament. A6-0343/2007.

Defra (Department for Environment Food and Rural Affairs) (2007): Carbon Emissions Reduction Target April 2008 to March 2011. Consultation Proposals. London: Defra.

DEHSt (Deutsche Emissionshandelsstelle) (2007): Kohlendioxidemissionen der emissionshandelspflichtigen Anlagen im Jahr 2006. Berlin: DEHSt.

http://www.dehst.de/cln_011/nn_476194/SharedDocs/Downloads/DE/Emissionsberichterstattung__2006/Auswertung__Ist-Emissionen__VET__2006,templateId=raw, property =publicationFile.pdf/Auswertung_Ist-Emissionen_VET_2006.pdf (11.05.2007).

DEHSt (2005): Implementation of Emissions Trading in the EU: National Allocation Plans of all EU States. Berlin: DEHSt. http://www.dehst.de/cln_007/nn_76140/DE/Service/Downloads/downloads__node.html__nnn=true (5. Januar 2006).

dena (Deutsche Energie-Agentur) (2007): Zukunft Haus. Berlin: dena. http://www.contractingoffensive.de/page/index.php?id=2241 (19.02.2007).

Denman, K. L., Brasseur, G., Chidthaisong, A., Ciais, P., Cox, P. M., Dickinson, R. E., Hauglustaine, D., Heinze, C., Holland, E., Jacob, D., Lohmann, U., Ramachandran, S., da Silva Dias, P. L., Wofsy, S. C., Zhang, X. (2007): Couplings Between Changes in the Climate System and Biogeochemistry. In: IPCC (Hrsg.): Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, S. 499-587.

Deutscher Bundestag (2007): Beschlussempfehlung und Bericht des Ausschusses für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (16. Ausschuss) 1. zu dem Gesetzentwurf der Fraktionen CDU/CSU und SPD und 2. zu dem Gesetzentwurf der Bundesregierung: Entwurf eines Gesetzes zur Änderung der Rechtsgrundlagen zum Emissionshandel im Hinblick auf die Zuteilungsperiode 2008 bis 2012. Berlin: Deutscher Bundestag. Bundestagsdrucksache 16/5769.

Deutscher Bundestag (2005): Nationales Klimaschutzprogramm. Sechster Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe "CO_2-Reduktion". Berlin: Deutscher Bundestag. Bundestagsdrucksache 15/5931.

Deutscher Bundestag (1994): Schlußbericht der Enquete-Kommission "Schutz der Erdatmosphäre" zum Thema mehr Zukunft für die Erde - Nachhaltige Energiepolitik für dauerhaften Klimaschutz. Berlin: Deutscher Bundestag. Bundestagsdrucksache 12/8600.

Didden, M. H., D'haeseleer, W. D. (2003): Demand Side Management in a competitive European market: Who should be responsible for its implementation? Energy Policy 31 (13), S. 1307-1314.

Dietrich, L. (2007): CO_2-Abscheidung und Ablagerung (CAA) im deutschen und europäischen Energieumweltrecht. Baden-Baden: Nomos. Forum Energierecht 12.

DOE (U.S. Department of Energy) (2008): DOE Announces Restructured FutureGen Approach to Demonstrate CCS Technology at Multiple Clean Coal Plants. Washington, DC: DOE. http://www.energy.gov/news/5912.htm (11.02.2008).

Döll, P. (2007): Einfluss des Klimawandels auf die Wasserressourcen. Vortrag, Nationaler Workshop zum Bericht der Arbeitsgruppe II des IPCC, 16.04.2007, Potsdam.

Doll, C., Eichhammer, W., Fleiter, T., Ragwitz, M., Schade, W., Schleich, J., Schlomann, B., Sensfuss, F., Walz, R., Wietschel, M., Harthan, R. O., Matthes, F. C., Hansen, P., Kleemann, M., Markewitz, P., Martinsen, D., Ziesing, H.-J., Jakob, M. (2008): Wirtschaftlicher Nutzen des Klimaschutzes. Kostenbetrachtung ausgewählter Einzelmaßnahmen der Meseberger Beschlüsse zum Klimaschutz. Karlsruhe, Berlin, Jülich, Zürich: Fraunhofer ISI, Forschungszentrum Jülich, Öko-Institut, ETH Zürich.

Doyle, U., Ristow, M. (2006): Biodiversitäts- und Naturschutz vor dem Hintergrund des Klimawandels. Für einen dynamischen integrativen Schutz der biologischen Vielfalt. Naturschutz und Landschaftsplanung 38 (4), S. 101-107.

Doyle, U., Vohland, K., Rock, J., Schümann, K., Ristow, M. (2007): Nachwachsende Rohstoffe - eine Einschätzung aus Sicht des Naturschutzes. Natur und Landschaft 82 (12), S. 529-535.

DRL (Deutscher Rat für Landespflege) (2006): Die Auswirkungen erneuerbarer Energien auf Natur und Landschaft. Bonn: DRL. Schriftenreihe des deutschen Rates für Landespflege 79.

Drösler, M. (2005): Trace gas exchange and climatic relevance of bog ecosystems, Southern Germany. München, Technische Universität, Lehrstuhl für Vegetationsökologie, Department für Ökologie, Dissertation.

DTI (Department of Trade and Industry) (2007): Meeting the Energy Challenge. A White Paper on Energy. London: DTI.

Dudenhöfer, F. (2007): Emissionshandel für die Autoindustrie. Ifo Schnelldienst 60 (5), S. 20-24.

Duscha, M., Seebach, D., Grießmann, B. (2006): Politikinstrumente zur Effizienzsteigerung von Elektrogeräten und -anlagen in Privathaushalten, Büros und im Kleinverbrauch. Dessau: Umweltbundesamt. UBA-Texte 20/06.

ECCJ (Energy Conservation Center Japan) (2006): Top Runner Program. Tokio: ECCJ. http://www.eccj.jp/top_runner/index.hmtl (13.11.2007).

Ecofys (2007): Grobanalyse der mit den Maßnahmen des Eckpunkteplans "Integriertes Energie- und Klimaprogramm" (Entwurf vom 16.8.2007 von 20:00 h) bis 2020 im Inland erreichbaren Treibhausgasemissionsreduktionen. Nürnberg: Ecofys.

http://www.ecofys.de/de/news/documents/Klima-EckpunkteplanAnalyseEcofys-Greenpeace.pdf.

Edenhofer, O., Flachsland, C., Marschinski, R. (2007): Wege zu einem globalen CO_2-Markt. Eine ökonomische Analyse. Potsdam: PIK.

EEA (European Environment Agency) (2007a): Annual European Community greenhouse gas inventory 1990-2005 and inventory report 2007. Kopenhagen: EEA. Technical report 7/2007.

EEA (2007b): Assessing water quality in Europe using stratification techniques - Results of a prototype application using French data. Kopenhagen: EEA. EEA Technical report 10/2007.

EEA (2007c): Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2007. Kopenhagen: EEA. EEA Report 5/2007.

EEAC (European Advisory and Sustainable Development Councils) (2007): Energy Efficiency. Key pillar for a competitive, secure and environmentally friendly European Energy Policy. Brüssel: EEAC. EEAC Statement.

Eekhoff, J. (2006): Wohnungs- und Bodenmarkt. 2., neubearb. Auflage. Tübingen: Mohr Siebeck.

Ellis, M. (2007): Experience with Energy Efficiency Regulation for Electrical Equipment. Paris: IEA. IEA Information Paper.

EURACOAL (European Association for Coal and Lignite) (2006): Euracoal's Market Report. Brüssel: EURACOAL. http://euracoal.be/newsite/report.php (08.11.2007).

Europäische Kommission (2008a): Accompanying Document to the Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the geological storage of carbon dioxide. Impact Assessment. COM(2008) XXX. Brüssel: Europäische Kommission.

Europäische Kommission (2008b): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament und den Rat über die erste Bewertung der durch die Richtlinie 2006/32/EG über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen vorgeschriebenen nationalen Energieeffizienz-Aktionspläne. Gemeinsame Fortschritte bei der Energieeffizienz. KOM(2008) 11 endg. Brüssel: Europäische Kommission.

Europäische Kommission (2008c): Proposal for a decision of the European Parliament and of the Council on the effort of Member States to reduce their greenhouse gas emissions to meet the Community's greenhouse gas emission reduction commitments up to 2020. COM(2008) 17 final. Brüssel: Europäische Kommission.

Europäische Kommission (2008d): Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die geologische Speicherung von Kohlendioxid und zur Änderung der Richtlinien 85/337/EWG und 96/61/EG des Rates sowie der Richtlinien 2000/60/EG, 2001/80/EG, 2004/35/EG, 2006/12/EG und der Verordnung (EG) Nr. 1013/2006. KOM(2008) 18 endg. Brüssel: Europäische Kommission.

Europäische Kommission (2008e): Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Verbesserung und Ausweitung des EU-Systems für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten. KOM(2008) 16 endg. Brüssel: Europäische Kommission.

Europäische Kommission (2007a): Accompanying document to the Proposal from the Commission to the European Parliament and Council for a regulation to reduce CO_2 emissions from passenger cars. Impact Assessment. SEC(2007) 1723. Brüssel: Europäische Kommission.

Europäische Kommission (2007b): Begrenzung des globalen Klimawandels auf 2 Grad Celsius. Der Weg in die Zukunft bis 2020 und darüber hinaus. KOM(2007) 2 endg. Brüssel: Europäische Kommission.

Europäische Kommission (2007c): Ein wettbewerbsfähiges Kfz-Regelungssystem für das 21. Jahrhundert. Stellungnahme der Kommission zum Schlussbericht der hochrangigen Gruppe CARS 21. KOM(2007) 22 endg. Brüssel: Europäische Kommission.

Europäische Kommission (2007d): Eine Energiepolitik für Europa. KOM(2007) 1 endg. Brüssel: Europäische Kommission.

Europäische Kommission (2007e): Ergebnisse der Überprüfung der Strategie der Gemeinschaft zur Minderung der CO_2-Emissionen von Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen. KOM(2007) 19 endg. Brüssel: Europäische Kommission.

Europäische Kommission (2007f): Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates zur Festsetzung von Emissionsnormen für neue Personenkraftwagen im Rahmen des Gesamtkonzepts der Gemeinschaft zur Verringerung der CO_2-Emissionen von Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen. KOM(2007) 856 endg. Brüssel: Europäische Kommission.

Europäische Kommission (2006a): Aktionsplan für Energieeffizienz: Das Potenzial ausschöpfen. KOM(2006) 545 endg. Brüssel: Europäische Kommission.

Europäische Kommission (2006b): Entscheidung der Kommission vom 29. November 2006 über den nationalen Plan zur Zuteilung von Treibhausgasemissionszertifikaten,

den Deutschland gemäß der Richtlinie 2003/87/EG des Europäischen Parlaments und des Rates übermittel hat. Brüssel: Europäische Kommission.

Europäische Kommission (2006c): Errichtung eines globalen Kohlenstoffmarkts - Bericht nach Maßgabe von Artikel 30 der Richtlinie 2003/87/EG. KOM(2006) 676 endg. Brüssel: Europäische Kommission.

Europäische Kommission (2006d): Mitteilung der Kommission an den Rat und an das Europäische Parlament über die Bewertung der nationalen Pläne für die Zuteilung von Zertifikaten für Treibhausgasemissionen im zweiten Zeitraum des EU-Emissionshandelssystems. KOM(2006) 725 endg. Brüssel: Europäische Kommission.

Europäische Kommission (2006e): Umsetzung der Gemeinschaftsstrategie zur Verminderung der CO_2-Emissionen von Kraftfahrzeugen: Sechster Jahresbericht über die Wirksamkeit der Strategie. KOM(2006) 463 endg. Brüssel: Europäische Kommission.

Europäische Kommission (2006f): Umsetzung der Gemeinschaftsstrategie zur Verminderung der CO_2-Emissionen von Kraftfahrzeugen: Sechster Jahresbericht über die Wirksamkeit der Strategie. Begleitendes Dokument zu KOM(2006) 463 endg. SEK(2006) 1078. Brüssel: Europäische Kommission.

Europäische Kommission (2006g): Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Einbeziehung des Luftverkehrs in das System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Gemeinschaft. KOM(2006) 818 endg. Brüssel: Europäische Kommission.

Europäische Kommission (2005a): Grünbuch über Energieeffizienz oder Weniger kann mehr sein. KOM(2005) 265 endg./2. Brüssel: Europäische Kommission.

Europäische Kommission (2005b): Strategie für eine erfolgreiche Bekämpfung der globalen Klimaänderung. KOM(2005) 35 endg. Brüssel: Europäische Kommission.

Europäische Kommission (2005c): Verringerung der Klimaauswirkungen des Luftverkehrs. KOM(2005) 459 endg. Brüssel: Europäische Kommission.

Europäische Kommission (2002): Fiscal Measures to reduce CO_2 Emission from New Passenger Cars. Brüssel: Europäische Kommission. Final Report.

Europäischer Rat (2008): Schlussfolgerungen des Vorsitzes. Europäischer Rat (Brüssel), 13./14. März 2008. Brüssel: Rat der Europäischen Union. 7652/08.

Europäischer Rat (2007): Schlussfolgerungen des Vorsitzes. Europäischer Rat (Brüssel), 8./9. März 2007. Brüssel: Rat der Europäischen Union. Dok. 7224/1/07 REV 1.

Eurostat (Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften) (2006): Energieintensität der Wirtschaft. Luxemburg: Eurostat. http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=1996,45323734&_dad=portal&_schema=PORTAL&screen=welcomeref&open=/&product=STRIND_ENVIRO&depth=3 (19.01.2007).

EUtech (EUtech Energie & Management GmbH) (2007): Bewertung und Vergleich mit dem Greenpeace Energiekonzept "Plan B". Das Integrierte Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung (Meseberger-Beschlüsse). Aachen: EUtech.

Farinelli, U., Johansson, T. B., McCormick, K., Mundaca, L., Oikonomou, V., Örtenvik, M., Patel, M., Santi, F. (2005): "White and Green": Comparison of market-based instruments to promote energy efficiency. Journal of Cleaner Production 13 (10-11), S. 1015-1026.

Fisher, B. S., Nakicenovic, N., Knut, A., Corfee Morlot, J., de la Chesnaye, F., Hourcade, J.-C., Jiang, K., Kainuma, M., La Rovere, E., Matysek, A., Rana, A., Riahi, K., Richels, R., Rose, S., van Vuuren, D., Warren, R. (2007): Issues related to mitigation in the long-term context. In: IPCC (Hrsg.): Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, S. 169-250.

Fleischhauer, M., Bornefeld, B. (2006): Klimawandel und Raumplanung. Ansatzpunkte der Raumordnung und Bauleitplanung für den Klimaschutz und die Anpassung an den Klimawandel. Raumforschung und Raumordnung 64 (3), S. 161-171.

Flessa, H., Beese, F., Brumme, R., Priesack, E., Przemeck, E., Lay, J. P. (1998): Freisetzung und Verbrauch der klimarelevanten Spurengase N_2O und CH_4 beim Anbau nachwachsender Rohstoffe. Osnabrück: Zeller. Initiativen zum Umweltschutz 11.

Fließbach, A., Oberholzer, H.-R., Gunst, L., Mäder, P. (2006): Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming. Agriculture, Ecosystems and Environment 118 (1-4), S. 273-284.

Foljanty-Jost, G. (1995): Ökonomie und Ökologie in Japan. Politik zwischen Wachstum und Umweltschutz. Opladen: Leske + Budrich.

Franz, O., Wissner, M., Büllingen, F., Gries, C.-I., Cremer, C., Klobasa, M., Sensfuß, F., Kimpeler, S., Baier, E., Lindner, T., Schäffler, H., Roth, W., Thoma, M. (2006): Potenziale der Informations- und Kommunikations-Technologien zur Optimierung der Energieversorgung und des Energieverbrauchs (eEnergy). Studie für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi). Bad Honnef: wik-Consult, Fraunhofer ISI, Fraunhofer ISE.

Freibauer, A., Schrumpf, M. (2006): Ergebnisse aus dem EU-Projekt CarboEurope zu Fragen der standortgerechten Bodennutzung und des Klimaschutzes. In: Umweltbundesamt (Hrsg.): UBA-Workshop: Klimaänderungen - Herausforderungen für den Bodenschutz am 28. und 29. September 2005. Dessau: UBA. UBA-Texte 06/06, S. 137-147.

Frenz, W. (2005): Emissionshandelsrecht. Kommentar zum TEHG und ZuG. Berlin: Springer.

Fritz, P. (Hrsg.) (2006): Ökologischer Waldumbau in Deutschland. München: oekom verlag.

Gaudioso, D. (2006): Work Package 3.1. White Certificate Schemes and European Emissions Trading System. Mailand: EuroWhiteCert Project.

GdW (GdW Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen) (2006): Was kann und soll ein Energieausweis für Wohngebäude leisten? Ergebnisse eines Praxistests. Berlin: GdW.

Geller, H., Attali, S. (2005): The Experience with Energy Efficiency Policies and Programmes in IEA Countries. Learning from the Critics. Paris: IEA. IEA Information Paper.

Gerstengarbe, F.-W., Werner, P. C., Hauf, Y. (2004): Erstellung regionaler Klimaszenarien für Nordrhein-Westfalen. Potsdam: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung.

Gerstengarbe, F.-W., Badeck, F., Hattermann, F., Krysanova, V., Lahmer, W., Lasch, P., Stock, M., Suckow, F., Wechsung, F., Werner, P. C. (2003): Studie zur klimatischen Entwicklung im Land Brandenburg bis 2055 und deren Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, die Forst- und Landwirtschaft sowie die Ableitung erster Perspektiven. Potsdam: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung. PIK Report 83.

Geschäftsbereich des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft (2005): Klimawandel in Sachsen. Sachstand und Ausblick. Dresden: Saxoprint.

Gisi, U. (1997): Bodenökologie. 2., neu bearb. und erw. Auflage. Stuttgart: Thieme.

Graß, R., Reulein, J., Scheffer, K., Wachendorf, M. (2007): Innovatives Nutzungsverfahren zur energetischen Verwertung von Biomassen aus naturschutzfachlich bedeutsamen Landschaften. In: Zikeli, S. (Hrsg.): Zwischen Tradition und Globalisierung. Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau Universität Hohenheim, 20.-23.03.2007. Bd. 1. Berlin: Köster, S. 125-128.

Grubb, M., Vrolijk, C., Brack, D. (1999): The Kyoto Protocol: A Guide and Assessment. London: Royal Institute of International Affairs.

Gupta, S., Tirpak, D. A., Burger, N., Gupta, J., Höhne, N., Boncheva, A. I., Kanoan, G. M., Kolstad, C., Kruger, J. A., Michalowa, A., Murase, S., Pershing, J., Saijo, T., Sari, A. (2007): Policies, Instruments and Co-operative Arrangements. In: IPCC (Hrsg.): Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, S. 745-807.

Hampicke, U. (2003): The capacity to solve problems as a rationale for intertemporal discounting. International Journal of Sustainable Development 6 (1), S. 98-116.

Hans-Böckler-Stiftung, DGB-Bundesvorstand (Hrsg.) (2006): Der EnergieSparFond für Deutschland. Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung.

Hargrave, T. (2002): Identifying the Proper Incidence of Regulation in a European Union Greenhouse Gas Emissions Allowance Trading System. Washington, DC: Center for Clean Air Policy.

Hargrave, T. (2000): An Upstream/Downstream Hybrid Approach to Greenhouse Gas Emissions Trading. Washington, DC: Center for Clean Air Policy. Airlie Carbon Trading Papers.

Hargrave, T. (1998): US Carbon Emissions Trading: Description of an Upstream Approach. Washington, DC: Center for Clean Air Policy.

Hargrave, T., Festa, D., Keller, S. (1998): Accounting for non-fuel uses of fossil fuels in an upstream carbon trading system. Washington, DC: Center for Clean Air Policy.

Harrison, D., Sorrel, S., Radov, D., Klevnas, P., Foss, A. (2005): Interactions of the EU ETS with Green and White Certificate Schemes. London: NERA Economic Consulting.

Heiland, S., Geiger, B., Rittel, K., Steinl, C., Wieland, S. (2008): Der Klimawandel als Herausforderung für die Landschaftsplanung. Naturschutz und Landschaftsplanung 40 (2), S. 37-41.

Heister, J., Michaelis, P., Klepper, G., Krämer, H. R., Mohr, E., Neu, A. D., Schmidt, R., Weichert, R. (1990): Umweltpolitik mit handelbaren Emissionsrechten - Möglichkeiten zur Verringerung der Kohlendioxid- und Stickoxidemissionen. Tübingen: Mohr. Kieler Studien 237.

Hentrich, S., Matschoss, P. (2006): Emissionshandel in Deutschland - Klimaschutz im Schatten von Lobbyismus und Industriepolitik. Energiewirtschaftliche Tagesfragen 56 (10), S. 50-53.

Hertle, H., Duscha, M., Eisenmann, L., Bliss, U. (2005): Verbrauchs- oder Bedarfspass? Anforderungen an den Energiepass für Wohngebäude aus Sicht privater Käufer und Mieter. Heidelberg: IFEU.

Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (2007): Klimaschutzkonzept Hessen 2012. Wiesbaden: Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz.

Heuser, I. L. (2005): Europäisches Bodenschutzrecht. Entwicklungslinien und Maßstäbe der Gestaltung. Berlin: Erich Schmidt. Umwelt- und Technikrecht 80.

Höhne, N. (2006): What is next after the Kyoto Protocol? Assessment of options for international climate policy post 2012. Amsterdam: Techne Press.

Höhne, N., Phylipsen, D., Moltmann, S. (2006): Factors underpinning future action. Köln: Ecofys.

Höhne, N., Phylipsen, D., Ullrich, S., Blok, K. (2005): Options for the second commitment period of the Kyoto Protocol. Berlin: Umweltbundesamt. Climate Change 02/05.

Höltermann, A. (2006): Wald, Naturschutz und Klimawandel: Handeln angesichts ungewisser Zukunft. In: Höltermann, A., Hiermer, J. D. (Hrsg.): Wald, Naturschutz und Klimawandel. Ein Workshop zur Zukunft des Naturschutzes im Wald vor dem Hintergrund des globalen Klimawandels. Bonn: BfN. BfN-Skripten 185, S. 5-9.

Hyvönen, R., Ågren, G. I., Linder, S., Persson, T., Cotrufo, M. F., Ekblad, A., Freeman, M., Grelle, A., Janssens, I. A., Jarvis, P. G., Kellomäki, S., Lindroth, A., Loustau, D., Lundmark, T., Norby, R. J., Oren, R., Pilegaard, K., Ryan, M. G., Sigurdsson, B. D., Strömgren, M., Marcel, O. v., Wallin, G. (2007): The likely impact of elevated [CO2], nitrogen deposition, increased temperature and management on carbon sequestration in temperate and boreal forest ecosystems: a literature review. New Phytologist 173 (3), S. 463-480.

ICAP (International Carbon Action Partnership) (2007): International Carbon Action Partnership. Berlin: ICAP. http://www.icapcarbonaction.com/ (08.02.2008).

ICCT (International Council on Clean Transportation) (2007): Passenger Vehicle Greenhouse Gas and Fuel Economy Standards: A Global Update. Washington, DC: ICCT.

IEA (International Energy Agency) (2007a): Energy Policies of IEA Countries. 2006 Review. Paris: IEA.

IEA (2007b): Energy Technologies at the Cutting Edge. Paris: IEA.

IEA (2007c): The United Kingdom. 2006 Review. Paris: IEA. Energy Policies of IEA Countries.

IEA (2007d): World Energy Outlook 2007. Paris: IEA.

IEA (2006a): Energy Balances of OECD Countries 2003-2004. Paris: OECD/IEA.

IEA (2006b): Energy Technology Perspectives 2006. Paris: OECD/IEA.

IEA (2006c): World Energy Outlook 2006. Paris: OECD/IEA.

IEA (2005): Roadmapping Coal's Future. Zero Emissions Technologies for Fossil Fuels. Paris: IEA.

IEA (2004): Oil Crises and Climate Challenges. 30 Years of Energy Use in IEA Countries. Paris: OECD/IEA.

IEA (2003): Cool Appliances. Policy Strategies for Energy Efficient Homes. Paris: OECD/IEA.

ifs (Institut für Städtebau, Wohnungswirtschaft und Bausparwesen) (2006): Pro-Kopf-Wohnfläche weiter gestiegen. Berlin: ifs.

IISD (International Institute for Sustainable Development) (2007): Summary of the Thirteenth Conference of the Parties to the UN Framework Convention on Climate Change and Third Meeting of the Parties to the Kyoto Protocol: 3-15 December 2007. Earth Negotiations Bulletin 12 (354), S. 1-22. http://www.iisd.ca/vol12/ (14.01.2008).

IISD (2006): Summary of the Twelfth Conference of the Parties to the UN Framework Convention on Climate Change and Second Meeting of the Parties to the Kyoto Protocol: 6-17 November 2006. Earth Negotiations Bulletin 12 (318). http://www.iisd.ca/vol12/enb12318e.html (01.06.2007).

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007a): Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.

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

IPCC (2007c): Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.

IPCC (2007d): Summary for Policy Makers. In: IPCC (Hrsg.): Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, S. 7-22.

IPCC (2007e): Summary for Policy Makers. In: IPCC (Hrsg.): Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment

Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, S. 1-18.

IPCC (2007f): Summary for Policy Makers. In: IPCC (Hrsg.): Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, S. 1-23.

IPCC (2005a): IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage. Prepared by the Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.

IPCC (2005b): Summary for Policy Makers. In: IPCC (Hrsg.): IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage. Prepared by the Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.

IPCC (2000a): Emissions Scenarios. A special report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policymakers. Genf: IPCC. IPCC Special Report.

IPCC (2000b): Special Report on Emissions Scenarios. A special report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.

Irastorza, V. (2005): New metering enables simplified and more efficient rate structures. Electricity Journal 18 (10), S. 53-61.

Jänicke, M. (2008): Megatrend Umweltinnovation. Zur ökologischen Modernisierung von Wirtschaft und Staat. München: oekom verlag.

Jänicke, M. (2007): The Japanese Top Runner and the EuP Standard. Vortrag, Europe INNOVA Thematic Workshop "Putting knowledge into practice: Supporting and financing eco-innovative companies", 31.01.2007, Brüssel.

Jänicke, M., Jakob, K. (Hrsg.) (2006): Environmental Governance in Global Perspective - New Approaches to Ecological and Political Modernsation. Berlin: Freie Universität.

Janssens, I. A., Freibauer, A., Schlamadinger, B., Ceulemans, R., Ciais, P., Dolman, A. J., Heimann, M., Nabuurs, G. J., Smith, P., Valentini, R., Schulze, E. D. (2005): The carbon budget of terrestrial ecosystems at country-scale - a European case study. Biogeosciences 2005 (2), S. 15-26.

Jones, C., Cox, P., Huntingford, C. (2005): Impact of Climate-Carbon Cycle Feedbacks on Emission Scenarios to Achieve Stabilisation. Vortrag, Symposium, Avoiding Dangerous Climate Change, 1-3 February 2005, Exeter.

Joosten, H., Augustin, J. (2006): Peatland restoration and climate: On possible fluxes of gases and money. Proceedings of the International conference “peat in solution of energy, agriculture and ecology problems”, Minsk (Weißrussland) 2006, S. 412-417.

Kah, O., Feist, W. (2005): Wirtschaftlichkeit von Wärmedämm-Maßnahmen im Gebäudebestand 2005. Darmstadt: Passivhaus Institut.

KBA (Kraftfahrt-Bundesamt) (2006): Statistische Mitteilungen. Reihe 1: Fahrzeugzulassungen. Neuzulassungen, Besitzumschreibungen, Löschungen, Bestand. Flensburg: KBA.

Keyhanian, C. (2008): Rechtliche Instrumente zur Energieeinsparung. Hamburg: Universität Hamburg. Unveröffentlichtes Manuskript.

Kirschbaum, M. U. F. (2006): The temperature dependence of organic-matter decomposition - still a topic of debate. Soil Biology and Biochemistry 38 (9), S. 2510-2518.

Kleemann, M., Hansen, P. (2005): Evaluierung der CO_2-Minderungsmaßnahmen im Gebäudebereich. Jülich: Forschungszentrum Jülich. Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Umvvelt/Environment 60.

Knigge, M., Bausch, C. (2006): Climate Change Policies at the U.S. Subnational Level - Evidence and Implications. Berlin: Ecologic. Discussion Paper.

Koch, H.-J., Wienecke, A. (2001): Klimaschutz durch Emissionshandel. Deutsches Verwaltungsblatt 116 (14), S. 1085-1095.

Kögel-Knabner, I., Lützow, M. von (2005): Das Klima aus dem Untergrund. Forschung 2005 (3-4), S. 33-35.

Kopp, R. J. (2007): Greenhouse Gas Regulation in the United States. Washington, DC: Resources for the Future. RFF Discussion Paper 07-16.

Körner, R., Vierhaus, H.-P. (2005): TEHG: Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz, Zuteilungsgesetz 2007. Kommentar. München: Beck.

Krémer, Z., Liebernickel, T., Ebert, V., Moosreiner, S. (2005): Abbau von Hemmnissen bei der energetischen Sanierung des Gebäudebestandes. München: TECHNOMAR GmbH.

Kretschmann, K., Behm, R. (2003): Mulch total. Der Garten der Zukunft. Kevelaer: Organischer Landbau Verlag.

Kundzewicz, Z. (2007): Extremereignisse. Vortrag, Nationaler Workshop zum Bericht der Arbeitsgruppe II des IPCC, 16.04.2007, Potsdam.

Landgrebe, J., Kaschenz, H., Sternkopf, R., Westermann, B., Becker, K., Müller, W., Schneider, J., Burger, A., Kühleis, C. (2003): Anforderungen an die zukünftige

Energieversorgung - Analyse des Bedarfs zukünftiger Kraftwerkskapazitäten und Strategie für eine nachhaltige Stromnutzung in Deutschland. Berlin: Umweltbundesamt. Climate Change 06/03.

Lechtenböhmer, S., Grimm, V., Mitze, D., Thomas, S., Wissner, M. (2005): Target 2020: Policies and Measures to Reduce Greenhouse Gas Emissions in the EU. Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie.

Lechtenböhmer, S., Barthel, C., Dudda, C., Hellmann, R., Hintennach, G., Rath, U., Wohlauf, G. (2001): Klimaschutz durch Effizienzsteigerung von Geräten und Anlagen im Bereich Haushalte und Kleinverbrauch. Sachstand, Projektionen, CO2-Minderungspotentiale. Wuppertal, Tübingen: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, ebök.

Leem, S.-J. (1997): Least-Cost Planning als Lösungsansatz klimabezogener Energiepolitik, untersucht am Beispiel der Elektrizitätswirtschaft Deutschlands und Japans. Berlin, Freie Universität, Dissertation.

Lind, R. C., Schuler, R. E. (1998): Equity and Discounting in Climate-Change Decisions. In: Nordhaus, W. D. (Hrsg.): Exonomics and Policy Issues in Climate Change. Washington, DC: Resources for the Future, S. 59-96.

Linßen, J., Markewitz, P., Martinsen, D., Walbeck, M. (2006): Zukünftige Energieversorgung unter den Randbedingungen einer großtechnischen CO_2-Abscheidung und Speicherung. Jülich: Forschungszentrum Jülich. STE Arbeitsbericht 1/2006.

Loga, T., Großklos, M., Knissel, J. (2003): Der Einfluss des Gebäudestandards und des Nutzerverhaltens auf die Heizkosten – Konsequenzen für die verbrauchsabhängige Abrechnung. Darmstadt: Institut für Wohnen und Umwelt.

Lucau, A.-L. (2007): Einbeziehung des internationalen Flugverkehrs in das Europäische Emissionshandelssystem (ETS). Grundlagen und aktuelle Entwicklungen. Universität Greifswald, Institut für Botanik und Landschaftsökologie, Hausarbeit.

Lumer, C. (2002): The greenhouse. A welfare assessment and some morals. Lanham: University Press of America.

Magnani, F., Mencuccini, M., Borghetti, M., Berbigier, P., Berninger, F., Delzon, S., Grelle, A., Hari, P., Jarvis, P. G., Kolari, P., Kowalski, A. S., Lankreijer, H., Law, B. E., Lindroth, A., Loustau, D., Manca, G., Moncrieff, J. B., Rayment, M., Tedeschi, V., Valentini, R., Grace, J. (2007): The human footprint in the carbon cycle of temperate and boreal forests. Nature 447 (7146), S. 849-851.

Mantzos, L., Capros, P. (2006a): European energy and transport. Scenarios on energy efficiency and renewables. Luxemburg: Office for Official Publications of the European Communities.

Mantzos, L., Capros, P. (2006b): European energy and transport. Scenarios on high oil and gas prices. Luxemburg: Office for Official Publications of the European Communities.

Mantzos, L., Capros, P. (2006c): European energy and transport. Trends to 2030 - update 2005. Luxemburg: Office for Official Publications of the European Communities.

Mantzos, L., Capros, P., Kouvaritakis, N., Zeka-Paschou, M. (2003): European energy and transport. Trends to 2030. Luxemburg: Office for Official Publications of the European Communities.

Marland, G., Pielke, R. A., Apps, M., Avissar, R., Betts, R. A., Davis, K. J., Frumhoff, P. C., Jackson, S. T., Joyce, L. A., Kauppi, P., Katzenberger, J., MacDicken, K. G., Neilson, R., Niles, J. O., Dutta, D., Niyogi, S., Norby, R. J., Pena, N., Sampson, N., Xue, Y. (2003): The climatic impacts of land surface change and carbon management, and the implications for climate-change mitigation policy. Climate Policy 3 (2), S. 149-157.

Martini, M., Gebauer, J. (2007): "Alles umsonst?" Zur Zuteilung von CO_2-Emissionszertifikaten: Ökonomische Idee und rechtliche Rahmenbedingungen. Zeitschrift für Umweltrecht 18 (5), S. 225-234.

Matschoss, P. (2008): Doch kein NEPP? – Struktur und Wettbewerbswirkungen des revidierten NAP II. Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht 31 (2) (im Erscheinen).

Matschoss, P. (2007): Economic Potential and Contribution of Energy Efficiency. In: Hey, C. (Hrsg.): Energy Efficiency. Key Pillar for a Competitive, Secure and Sustainable Europe. Background Material to the EEAC Statement and Annual Conference 2007. Brüssel: EEAC, S. 6-15.

Matschoss, P. (2004): Flexible Climate Policy Mechanisms and Induced Technical Change. Oldenburg: BIS-Verlag.

Matthes, F. C., Ziesing, H.-J. (2006): Ein Jahr CO_2-Handel - Erfolge, Misserfolge und Lösungsansätze. Vortrag, Geschäftsstelle des Sachverständigenrates für Umweltfragen, 28.02.2006, Berlin.

McKinsey & Company (2007): Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland. Eine Studie von McKinsey & Company, Inc., erstellt im Auftrag von "BDI initiativ - Wirtschaft für Klimaschutz". Düsseldorf: McKinsey & Company.

Menzel, A. (2007): Beobachtete Wirkungen des Klimawandels. Vortrag, Nationaler Workshop zum Bericht der Arbeitsgruppe II des IPCC, 16.04.2007, Potsdam.

Metzger, M. J., Schröter, D. (2006): Towards a spatially explicit and quantitative vulnerability assessment of environmental change in Europe. Regional Environmental Change 6 (4), S. 201-216.

Michaelis, P. (2006): Der Entwurf zum Nationalen Allokationsplan 2008-2012: Kommentar im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung nach § 8, Abs. 1 TEHG. Augsburg: Universität Augsburg, Lehrstuhl für Volkswirtschaftslehre. http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/nap_stellungnahme_michaelis.pdf.

Michaelis, P. (1997): Effiziente Klimapolitik im Mehrschadstoffall - eine theoretische und empirische Analyse. Tübingen: Mohr. Kieler Studien 280.

Mundaca, L., Neij, L. (2006): Transaction costs of energy efficiency projects: A review of quantitative estimations. Contribution to work package 3. Mailand: EuroWhiteCert Project.

Nakicenovic, N. (2007): The Potential of Energy Efficiency. Vortrag, 15th Annual Conference of the European Environment and Sustainable Development Councils: Energy Efficiency - Key Pillar for a Competitive, Secure and Sustainable Europe, 10.-12.10.2007, Evora.

NEA (Nuclear Energy Agency), IAEA (International Atomic Energy Agency) (2006): Uranium 2005: Resources, Production and Demand. Paris: OECD.

Nordhaus, W. D. (1994): Managing the Global Commons. The Economics of Climate Change. Cambridge: MIT Press.

Nordhaus, W. D., Yang, Z. (1996): A Regional Dynamic General-Equilibrium Model of Alternative Climate-Change Strategies. American Economic Review 86 (4), S. 741-765.

Oberthür, S., Ott, H. E. (1999): The Kyoto Protocol: International Climate Policy for the 21st Century. Berlin: Springer.

Ofgem (Office of Gas and Electricity Markets) (2007): A review of the second year of the Energy Efficiency Commitment 2005-2008. London: Ofgem.

Oikonomou, V., Patel, M., Mundaca, L., Johansson, T. B., Farinelli, U. (2004): A qualitative analysis of White, Green Certificates and EU CO_2 allowances. Utrecht: Copernicus Institute, Utrecht University.

Oosterhuis, F. (Hrsg.) (2006): Ex-post estimates of costs to business of EU environmental legislation. Final report. Amsterdam: Institute for Environmental Studies.

Ott, K. (2007): Ethical Orientation for Climate Change Policies. In: Rodi, M. (Hrsg.): Implementing the Kyoto Protocol. Chances and Challenges for Transition Countries. Berlin: Lexxion, S. 13-20.

Ott, K. (2006): Climate change and the loss of biodiversity: an intertwined relationship and its ethical and political implications. In: Harley, M., Cordi, B., Abreu, A., Nijhoff, P. (Hrsg.): Climate Change and Biodiversity - meeting the challenge. 13th Annual Conference of the European Environment and Sustainable Development Advisory Councils (EEAC). English Nature, S. 32-36.

Ott, K. (2003): Reflections on discounting: some philosophical remarks. International Journal of Sustainable Development 6 (1), S. 7-24.

Ott, K., Zerbe, S., Bartolomäus, C., Mattheiß, V., Schäfer, C., Porembski, S., Riederl, W., Wenzel, M. (2008): Biodiversität und Naturschutz. In: Ministerium für Wirtschaft Arbeit und Tourismus Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.): Das Klima bewegt uns. Klimaänderung in Mecklenburg-Vorpommern - Erste Analysen und Handlungsempfehlungen (im Erscheinen).

Ott, K., Klepper, G., Lingner, S., Schäfer, A., Scheffran, J., Sprinz, D. (2004): Reasoning Goals of Climate Protection. Specification of Article 2 UNFCCC. Berlin: Umweltbundesamt. Climate Change 01/04.

Parfit, D. (1983): Energy policy and the further future. In: MacLean, D., Brown, P. G. (Hrsg.): Energy and the future. Totowa: Roman and Littlefield, S. 31-37.

Perrels, A., Ostertag, K., Henderson, G. (2006): Reshaping markets for the benefit of energy saving. Energy Policy 34 (2), S. 121-128.

Pew Center on Global Climate Change (o. J.): Summary of The Lieberman-McCain Climate Stewardship Act. Arlington: Pew Center on Global Climate Change. http://www.pewclimate.org/policy_center/analyses/s_139_summary.cfm (07.03.2008).

Pizer, W. A., Kopp, R. J. (2003): Summary and Analysis of McCain-Lieberman – “Climate Stewardship Act of 2003”. S.139, introduced 01/09/03. Washington, DC: Recources for the Future. http://www.rff.org/rff/News/Features/Understanding-the-McCain-Lieberman-Stewardship-Act.cfm (07.03.2008).

Powlson, D. (2005): Climatology: Will soil amplify climate change? Nature 433 (7023), S. 204-205.

Prochnow, A., Heiermann, M., Schelle, H., Drenckhan, A. (2007): Biomethanisierung von Landschaftspflegeaufwuchs. Jahresverlauf der Biogaserträge. Naturschutz und Landschaftsplanung 39 (1), S. 19-24.

Prognos AG, EWI (Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln) (2007): Energieszenarien für den Energiegipfel 2007 (Inklusive Anhang 2 %-Variante). Endbericht. Basel, Köln: Prognos, EWI.

Radgen, P., Cremer, C., Warkentin, S., Gerling, P., May, F., Knopf, S. (2006): Verfahren zur CO_2-Abscheidung und -Speicherung. Abschlussbericht. Dessau: Umweltbundesamt. Climate Change 07/06.

Radov, D., Klevnas, P. (2007): CO_2 Cost Pass-Through: German Competition Regulators' Shaky Economics. London: NERA Economic Consulting. Energy Regulation Insights 31. http://www.nera.com/Newsletter.asp?n_ID=27 (18.03.2008).

Rat der Europäischen Union (2006): Überprüfung der EU-Strategie für nachhaltige Entwicklung - Die erneuerte Strategie. Brüssel: Rat der Europäischen Union. 10917/06.

Rebentisch, M. (2006): Rechtsfragen der kostenlosen Zuteilung von Berechtigungen im Rahmen des Emissionshandelsrechts. Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht 25 (7), S. 747-753.

Rehbinder, E. (o. J.): Die Konsequenzen des Emissionshandels für das Umweltrecht. Frankfurt a. M.: J. W. Goethe-Universität.

Reinaud, J. (2005): The European refinery industry under the EU emissions trading scheme. Competitiveness, trade flows and investment implications. Paris: IEA. IEA Information Paper.

RFF (Resources for the Future) (2008): Summary of Market-Based Climate Change Bills Introduced in the 110th Congress. Washington, DC: RFF. http://www.rff.org/rff/News/Releases/2007Releases/Nov2007ClimateChangeBillsinCongress.cfm (07.03.2008).

Röder-Persson, C., Ochtendung, B., Spieth, W. D., Prieß, H.-J., Pitschas, C., Bonhage, J. D., Snethlage, I., Hagemeister, R. U., Isted, J., Hattan, E., Laloum, T., Bourgoin, F., Giraudet, M. (2002): Luftbewirtschaftung durch europäischen Emissionshandel. Rechtliche Probleme des Richtlinien-Vorschlages der Europäischen Kommission für den Handel mit Treibhausgasemissionsberechtigungen in der Gemeinschaft. Berlin: Freshfields Bruckhaus Deringer.

Säcker, F. J., Rixcker, R. (Hrsg.) (2008): Münchener Kommentar zum Bürgerlichen Gesetzbuch. Bd. 3: Schuldrecht Besonderer Teil I §§ 433-610, Finanzierungsleasing, HeizkostenV, BetriebskostenV, CISG. München: Beck.

Schäfer, A. (2005): ALNUS - Renaturierung von Niedermooren durch Schwarzerlenbestockung. In: Weigel, H.-J., Dämmgen, U. (Hrsg.): Biologische Senken für atmosphärischen Kohlenstoff in Deutschland - Tagungsband. Braunschweig:

Landbauforschung Völkenrode - FAL Agricultural Research. Sonderheft 20, S. 113-119.

Schafhausen, F. (2007): Vorausschauende Klimapolitik - Zukünftige Rolle des Emissionshandels und daraus resultierende Revisionserfordernisse. Vortrag, Berliner Energietage, 09.05.2007, Berlin.

Scheffer, M., Brovkin, V., Cox, P. (2006): Positive feedback between global warming and atmospheric CO2 concentration inferred from past climate change. Geophysical Research Letters 33 (10), S. L10702.

Schmid, C., Layer, G., Arndt, U., Brakhage, A., Carter, J., Duschl, A., Lilleike, J., Nebelung, O., Radgen, P. (2003): Möglichkeiten, Potenziale, Hemmnisse und Instrumente zur Senkung des Energieverbrauchs branchenübergreifender Techniken in den Bereichen Industrie und Kleinverbrauch. Karlsruhe, München: Fraunhofer ISI, Forschungsstelle für Energiewirtschaft.

Schröder, M., Claussen, M., Grunwald, A., Hense, A., Klepper, G., Lingner, S., Ott, K., Schmitt, D., Sprinz, D. (2002): Klimavorhersage und Klimavorsorge. Berlin: Springer. Wissenschaftsethik und Technikfolgenbeurteilung 16.

Schulte-Bisping, H., Brumme, R., Priesack, E. (2003): Nitrous oxide emission inventory of German forest soils. Journal of Geophysical Research 108 (D4), S. 4132.

Schulze, E. D., Freibauer, A. (2005): Environmental science - Carbon unlocked from soils. Nature 437 (7056), S. 205-206.

Schulze, E.-D., Freibauer, A., Matthes, F. C., Herold, A., Wouters, F., Höhne, N. (2007): Kyoto-Protokoll: Untersuchung von Optionen für die Weiterentwicklung der Verpflichtungen für die 2. Verpflichtungsperiode, Teilvorhaben „Senken in der 2. Verpflichtungsperiode“. Umweltbundesamt. Climate Change. http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3190.pdf (16.08.07).

Scientific Council on Climate Issues (2007): A Scientific Basis for Climate Policy. Stockholm: Swedish Government Offices. http://www.sweden.gov.se /sb/d/8202/a/86968 (08.11.2007).

Seefeld, F., Wünsch, M., Michelsen, C., Baumgartner, W., Ebert-Bolla, O., Matthes, U., Leypoldt, P., Herz, T. (2007): Potenziale für Energieeinsparung und Energieeffizienz im Lichte aktueller Preisentwicklungen. Endbericht 18/06. Basel: Prognos.

SEPA (Swedish Environmental Protection Agency) (2005): The Top Runner Program in Japan. Stockholm: SEPA.

Smokers, R., Vermeulen, R., Mieghem, R. van, Gense, R., Skinner, I., Fergusson, M., MacKay, E., Brink, P. t., Fontaras, G., Samaras, Z. (2006): Review and analysis of the

reduction potential and costs of technological and other measures to reduce CO_2-emissions from passenger cars. Delft, London, Thessaloniki: TNO, IEEP, LAT.

Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Alley, R. B., Berntsen, T., Bindoff, N. L., Chen, Z., Chidthaisong, A., Gregory, J. M., Hegerl, G. C., Heimann, M., Hewitson, B., Hoskins, B. J., Joos, F., Jouzel, J., Kattsov, V., Lohmann, U., Matsuno, T., Molina, M., Nicholls, N., Overpeck, J., Raga, G., Ramaswamy, V., Ren, J., Rusticucci, M., Somerville, R., Stocker, T. F., Whetton, P., Wood, R. A., Wratt, D. (2007): Technical Summary. In: IPCC (Hrsg.): Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, S. 19-91.

Sorrell, S. (2007): The economics of energy service contracts. Energy Policy 35 (1), S. 507-521.

Sorrell, S. (2006): Submission to the Environment, Food and Rural Affairs Committee inquiry on Climate change: citizen's agenda. Brighton: University of Sussex.

SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) (2007): Klimaschutz durch Biomasse. Sondergutachten. Berlin: Erich Schmidt.

SRU (2006): Die nationale Umsetzung des europäischen Emissionshandels: Marktwirtschaftlicher Klimaschutz oder Fortsetzung der energiepolitischen Subventionspolitik mit anderen Mitteln? Berlin: SRU. Stellungnahme 11.

SRU (2005a): Kontinuität in der Klimapolitik - Kyoto-Protokoll als Chance. Berlin: SRU. Stellungnahme 7.

SRU (2005b): Umwelt und Straßenverkehr. Hohe Mobilität - Umweltverträglicher Verkehr. Sondergutachten. Baden-Baden: Nomos.

SRU (2004): Umweltgutachten 2004. Umweltpolitische Handlungsfähigkeit sichern. Baden-Baden: Nomos.

SRU (2003): Windenergienutzung auf See. Berlin: SRU. Stellungnahme.

SRU (2002a): Umweltgutachten 2002. Für eine neue Vorreiterrolle. Stuttgart: Metzler-Poeschel.

SRU (2002b): Für eine Stärkung und Neuorientierung des Naturschutzes. Sondergutachten. Stuttgart: Metzler-Poeschel.

SRU (1981): Energie und Umwelt. Sondergutachten. Stuttgart: Kohlhammer.

Statistisches Bundesamt (2007a): Bautätigkeit. Baufertigstellungen im Hochbau Deutschland. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt. http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/BauenWohnen/Bautaetigkeit/Tabellen/Content50/Baufertigstellungen,templateId=renderPrint.psml (11.12.2007).

Statistisches Bundesamt (2007b): Umweltnutzung und Wirtschaft. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt. Bericht zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen.

Steenblik, R., Vaughan, S., Waide, P. (2006): Can Energy-Efficient Electrical Appliances be Concidered "Environmental Goods"? Paris: OECD. OECD Trade and Environment Working Paper 2006-04.

Stern, N. (2007): The Economics of Climate Change. The Stern Review. Cambridge: Cambridge University Press.

Stern, N. (2006): Stern Review: The Economics of Climate Change. London: HM Treasury. http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/sternreview_index.cfm (14.06.2007).

Stock, M. (Hrsg.) (2005): KLARA. Klimawandel - Auswirkungen, Risiken, Anpassung. Potsdam: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung. PIK Report 99.

Streitfert, A., Grünhage, L., Jäger, H.-J. (2005): Klimawandel und Pflanzenphänologie in Hessen. Gießen: Institut für Pflanzenökologie.

T & E (European Federation for Transport and Environment) (2007): Regulating CO_2 emissions of new cars. Brüssel: T & E. Background Briefing. http://www.transportenvironment.org/docs/Publications/2007/2007-10_background_briefing_cars_co2_regulation.pdf (11.12.2007).

Tabet, J. P. (2007): White Certificates Scheme in France: a working process. Vortrag, 26. Session of the Subsidiary Bodies to the UNFCCC, Workshop on Energy Efficiency, 15.05.2007, Bonn.

Techem AG (2006): Heizölverbrauch in zentralbeheizten Mehrfamilienhäusern. Eschborn: Techem AG. http://www.techem.de/Deutsch/Presse/Pressemeldungen/Produkte_und_Verbraucherinfos/Techem_StudieIn128Staedten2006/index.phtml (11.03.2008).

Thomas, S. (2006): Aktivitäten der Energiewirtschaft zur Förderung der Endenergieeffizienz auf der Nachfrageseite in liberalisierten Strom- und Gasmärkten europäischer Staaten: Kriteriengestützter Vergleich der politischen Rahmenbedingungen. Berlin, Freie Universität Berlin, Otto-Suhr-Institut für Politikwissenschaft, Dissertation.

Thomas, S., Wissner, M., Kristof, K., Irrek, W. (2002): Die vergessene Säule der Energiepolitik. Energieeffizienz im liberalisierten Strom- und Gasmarkt in Deutschland. Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie. Wuppertal Spezial 24.

Thomas, S., Adnot, J., Alari, P., Irrek, W., Lopes, C., Nilsson, L. J., Pagliano, L., Verbruggen, A. (2000): Completing the Market for Least-Cost Energy Services.

Strengthening Energy Efficiency in the Changing European Electricity and Gas Markets. Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie.

Thorwarth, K. (1997): CO_2-Minderungspotentiale im Wärmebedarf von Wohn- und Gewerbegebäuden und das Instrumentarium des Bau- und Immissionsschutzrechts. In: Koch, H.-J., Caspar, J. (Hrsg.): Klimaschutz im Recht. Baden-Baden: Nomos, S. 185-219.

Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (2004): Klimawandel in Thüringen - eine Herausforderung in unserer Zeit. Jena: Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie.

TMNLU (Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt) (2000): Thüringer Klimaschutzkonzeption. Teil 1: Klimaschutz in Thüringen. Analysen, Potenziale, Handlungsfelder. Teil 2: Katalog der Handlungsmöglichkeiten. Erfurt: TMNLU. http://www.tlug-jena.de/klima/schutz/klimaschutzkonzept.html.

TNO (Netherlands Organization for Applied Scientific Research), IEEP (Institute for European Environmental Policy), LAT (Laboratory of Applied Thermodynamics) (2006): Review and analysis of the reduction potential and costs of technological and other measures to reduce CO_2-emissions from passenger cars. Delft, London, Thessaloniki: TNO, IEEP, LAT.

Tukker, A., Huppes, G., Guinée, J., Heijungs, R., Koning, A. de, Oers, L. van, Suh, S., Geerken, T., Holderbeke, M. van, Jansen, B. (2006): Environmental Impacts of Products (EIPRO). Sevilla: IPTS. EUR 22284 EN.

UBA (Umweltbundesamt) (2008a): Emissionsentwicklung 1990 - 2006, Treibhausgase und klassische Luftschadstoffe, inkl. erweiterte Auswertung und Äquivalentemissionen der Treibhausgase. Dessau: UBA. http://www.umweltbundesamt.de /emissionen/publikationen.htm (26.03.2008).

UBA (2008b): Wirkung der Meseberger Beschlüsse vom 23. August 2007 auf die Treibhausgasemissionen in Deutschland im Jahr 2020. Dessau: UBA. http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/hintergrund/meseberg.pdf (27.08.2007).

UBA (2007a): Klimaschutz in Deutschland: 40%-Senkung der CO_2-Emissionen bis 2020 gegenüber 1990. Dessau: Umweltbundesamt. Climate Change 05/07.

UBA (2007b): Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990-2005. Dessau: Umweltbundesamt.

UBA (2007c): Umweltdaten Deutschland. Nachhaltig wirtschaften - Natürliche Ressourcen und Umwelt schonen. Dessau: Umweltbundesamt. http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3244.pdf (15.10.2007).

UBA (2006a): UBA-Workshop: Klimaänderungen - Herausforderungen für den Bodenschutz, am 28. und 29. September 2005. Dessau: Umweltbundesamt. UBA-Texte 06/06.

UBA (2006b): Technische Abscheidung und Speicherung von CO_2 – nur eine Übergangslösung. Mögliche Auswirkungen, Potenziale und Anforderungen. Kurzfassung. Dessau: UBA.

UBA (2005): Deutsches Treibhausgasinventar 1990 - 2003. Nationaler Inventarbericht 2005. Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen. Berlin: UBA.

UNDSD (United Nations Division for Sustainable Development) (2002): Plan of Implementation of the World Summit on Sustainable Development. New York: UNDSD. http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/English/POIToc.htm (07.11.2007).

UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) (2007a): Essential Background. Bonn: UNFCCC. http://unfccc.int/essential_background/items/2877.php (12.04.2007).

UNFCCC (2007b): Report of the Conference of the Parties on its thirteenth session, held in Bali from 3 to 15 December 2007. Addendum. Part Two: Action taken by the Conference of the Parties at its thirteenth session. Bonn: UNFCCC. http://unfccc.int/documentation/documents/advanced_search/items/3594.php?rec=j&priref=600004671#beg (08.02.2008).

Upham, P., Anderson, K., Bows, A. (2007): Tyndall Centre Manchester Policy Submission - key issues in relation to: Proposal for a directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2003/87/EC so as to include aviation activities in the scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community COM(2006) 818 final. Manchester: Tyndall Centre. http://tyndall.web.man.ac.uk/publications/EU%20Emissions%20Trading%20aviation%20evidence_%20final.pdf (06.09.2007).

Uyterlinde, M. A., Rösler, H., Coninck, H. de, Zwaan, B. C. C. van der, Keppo, I., Kouvaritakis, N., Panos, V., Szabó, L., Russ, P., Suwala, W., Rafaj, P., Kypreos, S., Blesl, M., Ellersdorfer, I., Zürn, M., Fahl, U., Kydes, A. S., Martin, L., Sano, F., Akimoto, K., Homma, T., Tomoda, T., Gielen, D. (2006): The contribution of CO_2 capture and storage to a sustainable energy system. Petten: Energy Reseach Centre of the Netherlands. ECN Working Paper ECN-C--06-009.

Viebahn, P., Fischedick, M., Nitsch, J. (2007a): CO_2-Abtrennung und Speicherung in Deutschland. Kosten, Ökobilanzen und Szenarien im Rahmen einer integrativen Bewertung. Technikfolgenabschätzung - Theorie und Praxis 3 (16), S. 70-77.

Viebahn, P., Nitsch, J., Fischedick, M., Esken, A., Schüwer, D., Supersberger, N., Zuberbühler, U., Edenhofer, O. (2007b): Comparison of carbon capture and storage with renewable energy technologies regarding structural, economic, and ecological aspects in Germany. International Journal of Greenhouse Gas Control 1 (1), S. 121-133.

Vielle, M., Viguier, L. (2007): On the climate change effect of high oil prices. Energy Policy 35 (2), S. 844-849.

Vine, E., Hamrin, J., Eyre, N., Crossley, D., Maloney, M., Watt, G. (2003): Public policy analysis of energy efficiency and load management in changing electricity business. Energy Policy 31 (5), S. 405-430.

Viscusi, K. W., Harrington, J. E. J., Vernon, J. M. (2005): Economics of Regulation and Antitrust. 4. Cambridge: The MIT Press.

Wagner, U. (2006): Energieeffizienz und CO_2-Minderung - Maßnahmen, Kosten, Potenziale. Vortrag, DENA-Konferenz "Stromeffizienz 2006", 19.09.2006, Berlin.

Wald, M. L. (2008): Higher Costs Cited as U.S. Shuts Down Coal Project. New York: New York Times. http://www.nytimes.com/2008/01/31/business/31coal.html (11.02.2008).

Wartmann, S., Harnisch, J., Phylipsen, D., Gilbert, A. (2006): Inclusion of Additional Activities and Gases into the EU-Emissions Trading Scheme. Utrecht: Ecofys. Report under the project "Review of EU Emissions Trading Scheme".

Watson, C. (2007): Statoil and Shell decide against carbon capture project. London: Business Review. Energy Business review online 02.07.2007. http://www.energy-business-review.com/article_news.asp?guid=93A4AF76-7450-4BE1-A08D-43F82D75DBAA (29.01.2008).

WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) (2007): Welt im Wandel: Sicherheitsrisiko Klimawandel. Berlin: Springer.

WBGU (2006): Die Zukunft der Meere - zu warm, zu hoch, zu sauer. Sondergutachten. Berlin: WBGU.

WBGU (2003): Über Kioto hinaus denken - Klimaschutzstrategien für das 21. Jahrhundert. Berlin: WBGU. Sondergutachten.

Wegener, J., Lücke, W., Heinzemann, J. (2006): Analyse und Bewertung landwirtschaftlicher Treibhausgas-Emissionen in Deutschland. Agricultural Engineering Research 12, S. 103-114.

Weizsäcker, E. U. von (1992): Erdpolitik. Ökologische Realpolitik an der Schwelle zum Jahrhundert der Umwelt. 3. Auflage. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

Wenning, M., Tostmann, S. (2008): Maßnahmenpaket Klimawandel und Energie. Vortrag, Expertengespräch Energie-/Klimapaket, 23.01.2008, Berlin.

Westling, H. (2004): IEA Implementing Agreement on Demand-Side Management Technologies and Programmes. Final Management Report. Task X Performance Contracting. Paris: IEA.

Wit, R. C. N., Boon, B. H., Velzen, A. van, Cames, M., Deuber, O., Lee, D. S. (2005): Giving wings to emissions trading. Inclusion of aviation under the European Emission Trading System (ETS): Design and impacts. Report for the European Commission, DG Environment. Delft: CE Delft. ENV.C.2/ETU/2004/0074r.

Wolff, D. (2007a): Energie- und Kosteneffizienz von Maßnahmen der energetischen Modernisierung im Vergleich. Vortrag, Berliner Energietage, 07.05.2007, Berlin.

Wolff, D. (2007b): Standard-Angebot oder Top-Level-Modernisierung? Einsparpotentiale, Wirtschaftlichkeit, Reihenfolge von Modernisierungsschritten. In: Diehl, J., Rudolf, H. (Hrsg.): BHKS-Almanach 2007. Bonn: Bundesindustrieverband Heizungs-, Klima-, Sanitärtechnik/Technische Gebäudesysteme, S. 68-78.

Wuppertal Institut (Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie), DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt), ZSW (Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung), PIK (Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung) (2007): RECCS. Strukturell-ökonomisch-ökologischer Vergleich regenerativer Energietechnlogien (RE) mit Carbon Capture and Storage (CCS). Berlin: BMU.

Yergin, D. (2005): Energy Security and Markets. In: Kalicki, J. H., Goldwyn, D. L. (Hrsg.): Energy & Security. Toward a new Foreign Policy Strategy. Washington, DC: Woodrow Wilson Center Press, S. 51-64.

Zebisch, M., Grothmann, T., Schröter, D., Hasse, C., Fritsch, U., Cramer, W. (2005): Klimawandel in Deutschland. Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. Berlin: Umweltbundesamt. Climate Change 08/05.

Zeddies, G. (2006): Gesamtwirtschaftliche Effekte der Förderung regenerativer Energien, insbesondere der Biomasse. Eine kritische Beurteilung vor dem Hintergrund modelltheoretischer Konzeptionen. Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht 29 (2), S. 183-205.

Zierock, K.-H., Mehlin, M., Köhler, K. (2007): Entwicklung eines Ansatzes für die Begrenzung der spezifischen CO2-Emissionen von Personenkraftwagen in der EU. Endbericht des Gutachtens im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Berlin: BMU.

Ziesing, H.-J. (2008): Kurz-Information. CO_2-Emissionen in Deutschland 2007: Starker Rückgang sollte nicht überschätzt werden. Berlin.

Ziesing, H.-J. (2007a): CO_2-Emissionen in Deutschland 2006 - nach wie vor keine Trendwende in Sicht. Energiewirtschaftliche Tagesfragen 57 (5), S. 80-87.

Ziesing, H.-J. (2007b): Nach wie vor weltweit steigende CO_2-Emissionen. Energiewirtschaftliche Tagesfragen 57 (9), S. 64-74.

Ziesing, H.-J. (2006a): CO_2-Emissionen in Deutschland im Jahre 2005 deutlich gesunken. DIW-Wochenbericht 73 (12), S. 153-162.

Ziesing, H.-J. (2006b): Trotz Klimaschutzabkommen: Weltweit steigende CO_2-Emissionen. DIW-Wochenbericht 73 (35), S. 485-499.

Ziesing, H.-J., Wittke, F. (2006): Hohe Energiepreise dämpfen Primärenergieverbrauch in Deutschland. DIW-Wochenbericht 73 (10), S. 117-131.

Kapitel 4

AMK (Agrarministerkonferenz) (2006): Agrarministerkonferenz am 10. März 2006 in Mainz. Ergebnisprotokoll. TOP 34: Ermittlung und Bewertung von Stickstoffeinträgen (N-Depositionen) im Rahmen der Genehmigung und Überwachung von Tierhaltungsanlagen. Mainz: AMK.

Ågren, C. (2007): Paradoxical and shameful. Acid News 2007 (1), S. 2.

Amann, M., Asmann, W., Bertok, I., Cofala, J., Heyes, C., Klimont, Z., Schöpp, W., Wagner, F. (2007): Cost-optimized reductions of air pollutant emissions in the EU Member States to meet the environmental targets of the Thematic Strategy on Air Pollution. Part 1 - March 22, 2007. Laxenburg: International Institute for Applied Systems Analysis. NEC Scenario Analysis Report 3.

Amann, M., Bertok, I., Cofala, J., Gyarfas, F., Heyes, C., Klimont, Z., Schöpp, W., Winiwarter, W. (2005a): Baseline Scenarios for the Clean Air for Europe (CAFE) Programme. Final Report. Corrected version, February 2005. Laxenburg: International Institute for Applied Systems Analysis.

Amann, M., Bertok, I., Cabala, R., Cofala, J., Heyes, C., Gyarfas, F., Klimont, Z., Schöpp, W., Wagner, F. (2005b): A final set of scenarios for the Clean Air For Europe (CAFE) programme. Final Report. Laxenburg: International Institute for Applied Systems Analysis. CAFE Scenario Analysis Report 6.

Behnke, A. (2007): Die Nebenwirkungen der Behaglichkeit: Feinstaub aus Kamin und Holzofen. Dessau: Umweltbundesamt. http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/hintergrund/holzfeuerung.pdf (10.03.2008).