

Climate Change

Climate
Change

05
07

ISSN
1862-4359

Klimaschutz in Deutschland:

40%-Senkung der
CO₂-Emissionen bis 2020
gegenüber 1990



Umwelt
Bundes
Amt 
Für Mensch und Umwelt



Klimaschutz in Deutschland:

**40%-Senkung der
CO₂-Emissionen bis 2020
gegenüber 1990**

Autoren:

**Christoph Erdmenger, Hauke Hermann, Jens Tambke,
Michael Bade, Rolf Beckers, Holger Berg, Thomas Bosecke,
Andreas Burger, Franziska Eichler, Birgit Georgi,
Gunnar Gohlisch, Benno Hain, Enno Harders, Falk Heinen,
Wulf Hülsmann, Kristina Juhrich, Guido Knoche,
Christoph Kühleis, Jürgen Landgrebe, Lars Langefeld,
Thomas Langrock, Harry Lehmann, Hans-Heinrich Lindemann,
Marcus Machat, Christoph Mordziol, Klaus Müschen,
Hans-Jürgen Nantke, Werner Niederle, Gertrude Penn-Bressel,
Peter Pichl, Jens Schuberth, Wolfgang Seidel, Hedwig Verron,
Bärbel Westermann**

Umweltbundesamt

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter
<http://www.umweltbundesamt.de>
verfügbar.

Herausgeber: Umweltbundesamt
Postfach 14 06
06813 Dessau
Tel.: 0340/2103-0
Telefax: 0340/2103 2285
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>

Redaktion: Christoph Erdmenger
Harry Lehmann
Klaus Müschen
Jens Tambke

Dessau, Juni 2007

Klimaschutz in Deutschland: 40%-Senkung der CO₂- Emissionen bis 2020 gegenüber 1990

Autoren: Christoph Erdmenger, Hauke Hermann, Jens Tambke, Michael Bade, Rolf Beckers, Holger Berg, Thomas Bosecke, Andreas Burger, Franziska Eichler, Birgit Georgi, Gunnar Gohlisch, Benno Hain, Enno Harders, Falk Heinen, Wulf Hülsmann, Kristina Juhrich, Guido Knoche, Christoph Kühleis, Jürgen Landgrebe, Lars Langefeld, Thomas Langrock, Harry Lehmann, Hans-Heinrich Lindemann, Marcus Machat, Christoph Mordziol, Klaus Müschen, Hans-Jürgen Nantke, Werner Niederle, Gertrude Penn-Bressel, Peter Pichl, Jens Schuberth, Wolfgang Seidel, Hedwig Verron, Bärbel Westermann

Redaktion: Christoph Erdmenger, Harry Lehmann, Klaus Müschen, Jens Tambke

1. Executive Summary	3
Die acht wichtigsten Maßnahmen für den Klimaschutz	5
2. Einleitung: Warum soll Deutschland seine Treibhausgasemissionen bis 2020 um 40 % vermindern?	10
3. Von welchen Rahmenbedingungen und Annahmen geht das Umweltbundesamt aus?.....	13
4. Wie sollte sich die erforderliche CO ₂ -Emissionsminderung auf die Sektoren aufteilen?	16
5. Mit welchen Maßnahmen kann Deutschland diese Minderung kostengünstig erreichen?	21
Energiewirtschaft.....	21
Industrie.....	27
Haushalte und GHD	29
Verkehr	33
Zusammenfassung der Maßnahmen.....	37
6. Welche Instrumente sollte Deutschland nutzen?.....	38
Energiewirtschaft.....	39
Industrie.....	44
Haushalte und GHD	48
Verkehr	54
7. Fazit: Das 40%-Ziel ist erreichbar – aber nur mit entschiedener Klima- und Energiepolitik.....	60
8. Abkürzungen und chemische Formeln	63
9. Literatur	64

1. Executive Summary

Es ist höchste Zeit, umfassender und durchgreifender zu Handeln, denn der Klimawandel hat bereits begonnen.

Aktuelle Prognosen zeigen erhebliche Gefahren für unsere Volkswirtschaften, für die Stabilität der Ökosysteme und für eine nachhaltige Entwicklung. Gerade noch verkraftbar erscheint ein globaler Temperaturanstieg von 2 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau. Um dieses 2°C-Ziel zu erreichen, müssen die heutigen Industriestaaten – wegen ihrer sehr großen Pro-Kopf-Emissionen – bis Mitte dieses Jahrhunderts ihre Treibhausgas-Emissionen sogar um 80 % gegenüber 1990 mindern. Als Zwischenziel sollte die Europäische Union ihre Emissionen bis 2020 um 30 % unter das Niveau von 1990 senken.

Deutschland als Vorreiter: das 40%-Ziel

Deutschland sollte als Vorreiter im Klimaschutz eine 30%-Minderung der EU durch eine eigene Minderungsverpflichtung von 40 % bis 2020 gegenüber 1990 unterstützen (40%-Ziel). Deutschland profitiert heute schon von seiner Marktführerschaft bei CO₂-sparenden Techniken und könnte diese Position weiter ausbauen.

Wir müssen verstärkt handeln, denn je später wir beginnen, umso teurer kommen uns die Folgen des Klimawandels zu stehen. Die Ziele des Kyoto-Protokolls bis 2012 sind für Deutschland und die EU in greifbarer Nähe, stellen aber nur den ersten Schritt dar. Deutschland hat sich bei der Lastenverteilung der EU-15 zum Kyoto-Protokoll zu einer Treibhausgas-Emissionsminderung von 21 % im Zeitraum zwischen 1990 und der Periode 2008 - 2012 verpflichtet. Im Jahr 2005 waren nach Berechnungen des UBA bereits mehr als 18 % erreicht. Mit den folgenden Maßnahmen kann Deutschland es schaffen, auch die noch verbleibenden 22 % bis 2020 zu erbringen.

Energie ist der Schlüssel

Die Erzeugung und Nutzung von Energie ist der Schlüssel für einen erfolgreichen Klimaschutz. Für die energiebedingten CO₂-Emissionen entspricht das 40%-Ziel einer jährlichen Emission von maximal 571 Mio. t CO₂ im Jahr 2020. Das Umweltbundesamt identifiziert acht Maßnahmen bei Strom, Wärme und Verkehr, um dieses Ziel bis 2020 zu erreichen. Dies ist möglich, wenn wir aus der Energie, die wir nutzen, das Bestmögliche herausholen, Energie sparen, und die erneuerbaren Energien ausbauen – auf diesen Säulen sollte die Emissionsminderung aufbauen. Die Auswahl und Gewichtung der einzelnen technischen und systemischen Maßnahmen im Gesamtszenario zur Minderung der CO₂-Emissionen richtet sich nach den Kriterien Wirtschaftlichkeit (geringst mögliche Vermeidungskosten pro verminderte Tonne

CO₂), Überwindbarkeit rechtlicher und administrativer Hemmnisse zur Emissionsminderung sowie Realisierungschance erforderlicher Verhaltensänderungen.

Abb. 1 zeigt die bisherige Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen in Deutschland und das Ergebnis des UBA-Szenarios.

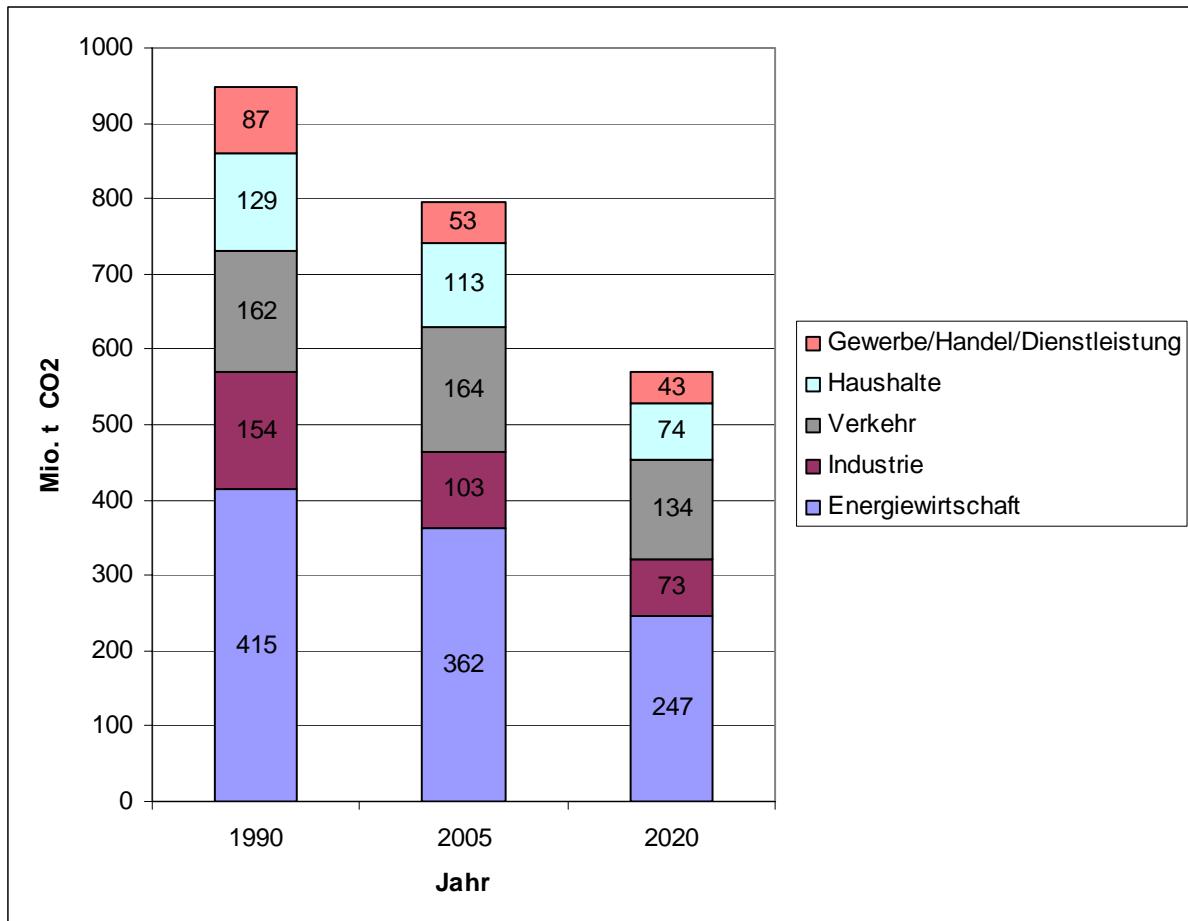


Abbildung 1: Energiebedingte CO₂-Emissionen in den volkswirtschaftlichen Sektoren in Deutschland: Ist-Werte für 1990 und 2005, UBA-Szenario für 2020. Quelle: eigene Berechnungen des UBA 2007.

Was muss in Deutschland passieren?

Die technische Weiterentwicklung führte insbesondere bei den erneuerbaren Energien zu einer Reduzierung der Kosten, die sich in Zukunft fortsetzen dürfte. Damit wird es möglich, diese Techniken bei moderaten Mehrkosten intensiv zur Energieerzeugung zu nutzen. Das Umweltbundesamt geht davon aus, dass bis 2020 keine neuen, also bisher nicht am Markt vorhandenen Techniken zur Anwendung kommen. Dies gilt insbesondere für die Abscheidung und Speicherung des CO₂ aus Kraftwerken. Hier erwarten wir eine nennenswerte kommerzielle Nutzbarkeit erst nach dem Jahr 2020.

Bis zum Jahr 2020 wäre dieses Szenario mit zusätzlichen Kosten von höchstens 11

Milliarden Euro pro Jahr verbunden, verglichen mit einer Referenzentwicklung ohne weitere Klimaschutzmaßnahmen. Dies sind weniger als 25 Euro pro Haushalt im Monat.

Den Kosten der Klimaschutzmaßnahmen stehen nicht nur der langfristige Nutzen der Klimastabilisierung und vermiedene Klimafolgeschäden gegenüber. Klimaschutz bringt auch kurzfristig Nutzen für Umwelt und Gesundheit. Denn durch Energieeinsparungen, Vermeidung unnötiger Verkehre und stärkere Nutzung erneuerbarer Energien lassen sich nicht nur Treibhausgasemissionen, sondern beispielsweise auch Luftschadstoffe wie Schwefeldioxid, Staubemissionen, Stickoxide und flüchtige organische Verbindungen beträchtlich verringern. Mit der Verringerung der Luftschadstoffe sind außer den positiven Effekten für die Gesundheit – beispielsweise durch die geringere Belastung mit Feinstaub – auch geringere Belastungen der Ökosysteme und weniger Schäden an Gebäudefassaden verbunden. Die verringerten Schäden lassen sich teilweise auch ökonomisch beziffern. Jedes Kilogramm Feinstaub (PM10), das weniger emittiert wird, verringert nach einem Gutachten im Auftrag des UBA die Krankheitskosten in Europa (EU-25) um durchschnittlich 12 Euro.

Eine Führungsrolle beim Klimaschutz bietet für die deutsche Wirtschaft insgesamt große Chancen. Denn weltweit stehen in den nächsten Jahrzehnten Hunderte Milliarden Euro an Investitionen in eine klimaverträgliche Energieversorgung an.

Die acht wichtigsten Maßnahmen für den Klimaschutz

1. Stromsparen:

40 Millionen Jahrestonnen weniger Kohlendioxidemissionen

Sparen ist häufig wenig beliebt – gleichwohl sehr wirksam: 40 Millionen Jahrestonnen weniger Kohlendioxidemissionen sind möglich, indem wir 11 % des Stromverbrauchs mit effizienten Geräten, deutlicher Verminderung des Stand-by-Strombedarfs und Abschaffen von Stromheizungen realisieren. Letztere verbrauchen 8 % der elektrischen Energie in Deutschland!

Dafür ist folgende, in der letzten Legislaturperiode des Deutschen Bundestages begonnene, aber keineswegs vollständig entwickelte Politik mittels wirksamer Instrumente notwendig. Wirkungsvolle Anreize lassen sich zum Beispiel mit einem gesetzlich vorgeschriebenen Effizienzwettkampf bei elektrischen Endgeräten setzen (unter Nutzung des Top-Runner-Prinzips). Der Abbau der Ausnahmen der Energiebesteuerung könnte einen Energieeffizienzfonds speisen, mit dem sich wiederum Beratungsprogramme und Anschubkosten für innovative Techniken finanzieren ließen.

2. Erneuerung des Kraftwerksbestandes: 30 Millionen Jahrestonnen weniger Kohlendioxidemissionen

Bausteine dafür sind um 7 % höhere Wirkungsgrade neuer Kohle-Kraftwerke sowie der Ersatz von Kohle durch Erdgas. Die Steigerung des Erdgasanteiles auf 30 % beim Strom (d. h. von heute 70 Terawattstunden (TWh) auf 165 TWh im Jahr 2020) lässt sich mit Einsparungen des Erdgases bei der Wärmebereitstellung in Wohngebäuden (für die es heute zu 90 % eingesetzt wird) fast vollständig ausgleichen, so dass der Erdgasverbrauch Deutschlands bis 2020 insgesamt nur um 3 % ansteigen würde.

Ein wichtiger Anreiz für die Erhöhung des Erdgasanteils in der Stromerzeugung sind die deutliche Verknappung und Versteigerung der CO₂-Zertifikate im Emissionshandel sowie einheitliche Benchmarks für Kohle und Gas in zukünftigen Verpflichtungsperioden. Weiterhin kann Erdgas bei der Wärmebereitstellung eingespart werden, indem die Bundesregierung die finanzielle, öffentliche Förderung der energetischen Modernisierung von Wohngebäuden ausweitet, und indem der Gesetzgeber das Mietrecht so ändert, dass es einen zusätzlichen Anreiz für energieeffiziente Maßnahmen bietet.

3. Anteilssteigerung der erneuerbaren Energien auf 26 % an der Stromerzeugung : 44 Millionen Jahrestonnen weniger Kohlendioxidemissionen

Die Zielmarke für die erneuerbaren Energien liegt im UBA-Szenario bei 140 Terawattstunden. Die ebenfalls konservative Schätzung des neuen Leitszenarios des BMU geht dagegen von 156 TWh für 2020 aus. Es besteht somit noch Spielraum für eine andere Entwicklung des Stromverbrauchs. Schwerpunkte sind der weitere Ausbau der Windenergienutzung (insbesondere Offshore) sowie der Biomasseverstromung.

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) ist das erfolgreichste Instrument zur Förderung der erneuerbaren Energien. Das Grundprinzip – die zugesicherte Vergütung des eingespeisten Stromes (Festpreisvergütung) – hat sich auch europaweit gegenüber den anderen genutzten Instrumenten in diesem Bereich als billiger, effizienter und effektiver bewährt.

Mit den genannten drei Maßnahmen würde sich der Stromerzeugungsmix im Jahr 2020 wie folgt zusammensetzen: Kohle 32 %, Erdgas 30 %, erneuerbare Energien 26 %, Uran 6 %, sonstige Brennstoffe 6 % (Grubengas, Erdöl und der nicht biogene Anteil des Mülls). Die hier beschriebenen Veränderungen in der Stromproduktion schlagen sich nicht nur in Emissionsminderungen im Sektor Energiewirtschaft nieder, sondern können ebenso auf die Stromproduktion der Industrie wirken. Daraus ergeben sich weitere 12 Mio. t CO₂-Einsparungen.

4. Verdopplung des Kraft-Wärme-Kopplungs-Anteils: 15 Millionen Jahrestonnen weniger Kohlendioxidemissionen

Um das Ziel der Verdopplung der KWK-Stromerzeugung von 70 TWh_{el} auf 140 TWh_{el} bis 2020 zu erreichen, sind die Förderung durch das Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz (KWK-G) deutlich zu verbessern und der Vorrang der KWK bauplanungsrechtlich zu verankern: Dort, wo eine Wärmeversorgung mittels Nah- oder Fernwärmenetzen gegeben oder wirtschaftlich möglich ist, sollte der Vorrang des Anschlusses an diese Netze für Wärmeproduzenten (z. B. Abfallverbrennungsanlagen) und für Wärmeabnehmer vorgeschrieben werden. Für eine Wirtschaftlichkeit dieser Netze müssen ausreichend hohe Siedlungsdichten erhalten bleiben und der zunehmende Flächenverbrauch gestoppt werden. Das bestehende KWK-G sollte in Zukunft auch neue oder modernisierte, hoch effiziente Anlagen fördern. Dabei ist ein besonderes Augenmerk auf die Nachrüstung bestehender Abfallverbrennungsanlagen zu richten. Zudem ist die Förderung nicht von einer Stromeinspeisung in das Netz abhängig zu machen.

5. Wärmeeinsparung durch Gebäudesanierung, effiziente Heizungsanlagen und in Produktionsprozessen: 41 Millionen Jahrestonnen weniger Kohlendioxidemissionen

Die wichtigsten Elemente zur Einsparung von Wärme sind die Gebäudesanierung (Erhöhung der Sanierungsrate!), effiziente Heizungsanlagen und KWK. Daneben muss die Entwicklung zu immer mehr beheizter Wohnfläche pro Kopf aufhören. Die wesentlichen Instrumente für diese Maßnahmen sind eine anspruchsvollere Energieeinsparverordnung (EnEV) und deren konsequenter Vollzug, finanzielle Unterstützung durch einen Effizienzfonds, ein die Hemmnisse für die energetische Modernisierung auflösendes Mietrecht sowie ein deutlich aufgestocktes CO₂-Gebäudesanierungsprogramm.

6. Wärme aus erneuerbaren Energien: 10 Millionen Jahrestonnen weniger Kohlendioxidemissionen

Steigerte man den Anteil der erneuerbaren Energien (Biomasse, Solarthermie, Geothermie) zur Wärmeerzeugung von heute 6 % auf 12 %, so würden die CO₂ - Emissionen aus Haushalten, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen um 6 Millionen Tonnen CO₂ und in der Industrie um knapp 4 Millionen Tonnen CO₂ sinken. Hierzu empfiehlt sich eine gesetzlich fixierte Förderung analog zum EEG.

7. Senkung des spezifischen Verbrauchs im Verkehr: 15 Millionen Jahrestonnen weniger Kohlendioxidemissionen

Mit technischen Maßnahmen (wie Motoren, die weniger Kraftstoff benötigen, geringeren Motorleistungen, Leichtbauweise) und mit kraftstoffsparender Fahrweise lassen sich bis 2020 bei Pkw um bis zu 40 % der spezifischen CO₂-Emissionen einsparen. Bei Lkw sind es etwa 20 % – z. B. mit Leichtlaufreifen und -ölen. Die wichtigsten Instrumente sind die Kraftstoffbesteuerung, eine CO₂-abhängige Kfz-Steuer, die Ausdehnung der LKW-Maut auf alle Bundesfernstrassen und verbindliche Verbrauchsgrenzwerte für Neufahrzeuge über Grenzwerte für den Kohlendioxidausstoß.

8. Vermeidung unnötiger Verkehre und Verlagerung auf Schiene und Binnenschiff: 15 Millionen Jahrestonnen weniger Kohlendioxidemissionen

Die Abkehr vom Straßenneubau und der Ausbau der Bahninfrastruktur müssen dazu beitragen, den Verkehr – insbesondere wesentliche Teile des Güterverkehrs – von der Straße auf die Schiene und auf Binnenschiffe zu verschieben. Falls es zum Beispiel gelänge, wie in den Nachhaltigkeitsindikatoren für Deutschland 2006 angestrebt, den Anteil der Bahn im Güterverkehr von 16,5 % im Jahre 1999 bis 2020 auf 25 % zu steigern, würden sich die CO₂-Emissionen um etwa 3 Millionen Tonnen gegenüber dem Trend vermindern. Falls es gelänge, 5 % aller Pkw-Fahrten im Stadtverkehr auf den Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) und 30 % aller Pkw-Fahrten, die nicht länger als 5 km sind, auf das Fahrrad zu verlagern, würden sich die CO₂-Emissionen um 3 - 4 Millionen Jahrestonnen Kohlendioxid vermindern. Die Zunahme des Flugverkehrs muss gestoppt werden – eine Flugreise in die Karibik verursacht alleine schon über 6 Tonnen CO₂-Emissionen pro Kopf. Eine verbindliche, anspruchsvolle Begrenzung der Treibhausgasemissionen des Flugverkehrs im Rahmen des Emissionshandels mit entgeltlich abgegebenen Zertifikaten ist ein wirksames Instrument zur Begrenzung der Treibhauswirkung des Flugverkehrs. Hierbei ist wichtig, dass auch die übrigen Klimaefekte des Flugverkehrs wie der Ozonaufbau durch Stickoxidemissionen und der Aufbau von Kondensstreifen und Zirruswolken bei der Einbeziehung in den Handel berücksichtigt werden. Weiterhin ist die Aufhebung der Mineralölsteuerbefreiung für Kerosin und für die Mehrwertsteuer für Tickets bei grenzüberschreitenden Flügen erforderlich, damit alle Verkehrsträger gleich behandelt werden. Die resultierende Preiserhöhung hätte eine Reduzierung der Emissionen zur Folge.

Es ist höchste Zeit, und die gute Botschaft ist: Wir können etwas tun – die Politik, die Unternehmen und jeder Einzelne. Es ist soviel mit innovativer Technik, mit neuen, intelligenten Abläufen und Verfahren möglich. Tabelle 1 zeigt die zur Verfügung stehenden Maßnahmen im Überblick. **Wir haben genügend Möglichkeiten und Instrumente – wir müssen Sie allerdings auch konsequent anwenden, und wir**

müssen es schnell tun.

Tabelle 1: Übersicht über die Wirkung der vorgeschlagenen CO₂-Emissionsminderungsmaßnahmen für Deutschland im UBA-Szenario in Mio. t CO₂, Quelle: Eigene Berechnungen des UBA 2007

<i>in Mio. t CO₂</i>	Energie- wirtschaft	Industrie	Haushalte und GHD	Verkehr	Alle Sek- toren
Brennstoffwechsel zu mehr Erdgas und Effizienzsteigerungen in fossilen Kraftwerken	-27	-3			-30
Verdoppelung des Anteils erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung	-39	-5			-44
11%-Punkte Stromeinsparungen durch höhere Effizienz beim Verbrauch	-36	-4	Wirkung in Energie- wirtschaft und Industrie		-40
Verdoppelung der Kraft-Wärme-Kopplung		-5	-10		-15
Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung um 6%-Punkte		-4	-6		-10
Mehr Gebäudesanierung und höhere Heizungsanlageneffizienz		-1	-31		-32
Wärmeeinsparung bei Produktionsprozessen		-8	-1		-9
Senkung des spezifischen Kraftstoffverbrauchs				-15	-15
Verlagerung auf ÖPNV, Schiene und Schiff sowie Verkehrsvermeidung				-15	-15
Sonstige Maßnahmen und Effekte (Öff. Wärmeversorgung, Raffinerien, Kokereien)	-13				-13
Summe	-115	-30	-49	-30	-224

2. Einleitung: Warum soll Deutschland seine Treibhausgasemissionen bis 2020 um 40 % vermindern?

Der Klimawandel ist keine ferne Zukunft mehr, er findet bereits statt – weltweit, in Europa und auch in Deutschland. Projektionen über die künftige Klimaentwicklung zeigen eindringlich, vor welcher großen Herausforderung die Menschheit heute steht.¹ Das Verständnis der Ursachen und Wirkungen hat sich im Laufe der Zeit ebenso verdichtet wie das Wissen über mögliche Handlungsoptionen - die globalen Emissionen von Treibhausgasen (THG) nehmen bislang aber weiter zu.

Dabei steht außer Zweifel, dass das Ziel der UN-Klimarahmenkonvention – die Stabilisierung der Treibhausgaskonzentration² in der Atmosphäre zur Vermeidung einer gefährlichen, vom Menschen verursachten (anthropogenen) Störung des Klimasystems³ – nur erreichbar wäre, falls die globalen Treibhausgasemissionen ab 2020 sanken und bis 2050 weltweit unter die Hälfte des heutigen Niveaus fielen. Mit Blick auf ihre höheren Emissionen und größere Wirtschaftskraft müssen die Industriestaaten ihre Emissionen bis zur Mitte des Jahrhunderts im Vergleich zu weniger entwickelten Ländern überproportional – nämlich um bis zu 80 % gegenüber 1990 - senken⁴.

Die Fachleute sind sich einig: Die Staatengemeinschaft hat nur noch etwa 10 -15 Jahre Zeit, eine Trendänderung in allen gesellschaftlichen Bereichen zugunsten des Klimaschutzes herbeizuführen. Sie muss sofort und weltweit handeln, mit dem Ziel, das langfristige Stabilisierungsniveau für Treibhausgase in der Atmosphäre bei 400 parts per million (ppm: Teile pro Million) zu erreichen. Nur so lässt sich eine globale Erwärmung bis Ende des Jahrhunderts um mehr als 2 °C mit hinreichender Wahrscheinlichkeit verhindern, denn allein in den letzten 100 Jahren war eine mittlere globale Erwärmung um 0,74 °C zu verzeichnen⁵. Die ökonomischen Auswirkungen ei-

¹ IPCC 2007, S. 21

² Unter das Kyoto-Protokoll fallen die Treibhausgase Kohlendioxid, Methan, Lachgas, Teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe, Perfluorierte Kohlenwasserstoffe und Schwefelhexafluorid.

³ UNFCCC 1992, Art. 2

⁴ Enquete-Kommission 2002, S. 45 ff; WBGU 2003, S. 2

⁵ IPCC 2007

nes verzögerten oder unterlassenen Klimaschutzes würden die Investitionskosten in eine energieeffizientere und treibhausgassparende Wirtschaft um Größenordnungen übersteigen – dies wurde jüngst von Sir Nicholas Stern in seinem Bericht an die britische Regierung eindringlich dargestellt⁶.

Auf dem Weg zu einer langfristigen Stabilisierung der globalen Treibhausgaskonzentration sind Zwischenziele erforderlich. Mit dem Kyoto-Protokoll (KP)⁷ hat die Staatengemeinschaft erste Emissionsminderungsziele für Industriestaaten in der Verpflichtungsperiode von 2008 - 2012 verbindlich vereinbart. Im Folgezeitraum bis etwa 2020 müssten dann die Industriestaaten, darunter die Mitgliedsstaaten der Europäischen Union, ihre Emissionen bis 2020 im Durchschnitt etwa um ein Drittel unter das Niveau von 1990 senken⁸, um bis zur Mitte des Jahrhunderts das angestrebte 80%-Emissionsminderungsziel⁹ erreichen zu können. Die Entwicklungs- und Schwellenländer müssen spätestens ab 2020 ihre Treibhausgasemissionen deutlich stärker von ihrem Wirtschaftswachstum entkoppeln. Dies setzt allerdings voraus, dass die leistungsfähigen Volkswirtschaften ihre verbindlichen Emissionsminderungsziele erfüllen und über 2012 hinaus verschärfen, um so ein deutliches Signal in Richtung Entwicklungs- und Schwellenländer zu setzen, sich an einem internationalen Vertragswerk zur weltweiten Halbierung der Treibhausgasemissionen bis Mitte dieses Jahrhunderts zu beteiligen.

Um die so genannten Schwellen- und Entwicklungsländer von einer tragfähigen Verbindung der weiteren Wohlstandentwicklung mit dem Klimaschutz zu überzeugen, sollten die EU oder einzelne ihrer Mitgliedstaaten binnen eines Jahrzehnts ein Programm unter dem Arbeitstitel „Mehr Wohlstand durch Klimaschutz“ in einem weniger entwickelten Land finanzieren, die Erfolge kontrollieren und die Ergebnisse weltweit vermitteln.

⁶ Stern 2006, Summary of conclusion; UBA 2005a, S. 54 ff.

⁷ KP 1998, in Kraft getreten am 16.02.2005, Art. 2 und Annex B

⁸ EU 2005, S. 16

⁹ Vgl. UBA 2005a, S. 17

Deutschland beeinflusste den internationalen Klimaschutzprozess bislang maßgeblich und verpflichtete sich im Rahmen der EU-Lastenteilung zum KP zu einer THG-Emissionsminderung in Höhe von 21 % für die erste Verpflichtungsperiode von 2008 - 2012 gegenüber 1990. Im Rahmen einer 30%igen Emissionsminderung seitens der EU und anderer Industriestaaten bis 2020 wäre mit Blick auf die Emissionsminderungspotenziale ein ambitioniertes Ziel in Höhe von 40 % für Deutschland angemessen. Dies würde zudem der Vorreiterrolle gerecht - besonders mit Blick auf die notwendigen Anstrengungen der Industrieländer einschließlich der europäischen Partner bis 2020 und darüber hinaus.

Von den avisierten 21 % THG-Emissionsminderung gegenüber 1990 waren im Jahr 2005 bereits rund 18 % erreicht. Die Erneuerung der ostdeutschen Wirtschaft begünstigte diese positive Entwicklung. In den Jahren bis 2020 wäre in Deutschland also eine weitere THG-Emissionsminderung im Umfang von 22 % zu erbringen.

In den verschiedenen Wirtschaftssektoren in Deutschland liegen für die Minderung der Treibhausgasemissionen jeweils sehr unterschiedliche Rahmenbedingungen und Handlungsmöglichkeiten vor. Das UBA stellt – nach einer Erläuterung der Rahmenbedingungen und Annahmen in Kapitel 3 – in Kapitel 4 eine Möglichkeit zur Aufteilung der insgesamt notwendigen Emissionsminderungen auf die verschiedenen Sektoren vor. Dabei beschränken wir uns auf die energiebedingten CO₂-Emissionen, die über 80 % der deutschen Treibhausgasemissionen ausmachen (vgl. Kapitel 3). Das anschließende fünfte Kapitel erläutert Maßnahmen, die unterschiedliche Akteure zu ergreifen haben, um diese CO₂-Emissionsminderungen zu erreichen. Das sechste Kapitel beschreibt die Instrumente, die bewirken können, dass die jeweiligen Akteure diese Maßnahmen auch ergreifen. Dabei stützen wir uns auf den gegenwärtigen Stand des Wissens, eine fortlaufende Optimierung und Weiterentwicklung des klimapolitischen Instrumentariums bleibt natürlich Gegenstand der Arbeiten des Umweltbundesamtes und vieler anderer Einrichtungen in Deutschland. Das siebte Kapitel fasst die Ergebnisse zusammen.

3. Von welchen Rahmenbedingungen und Annahmen geht das Umweltbundesamt aus?

Diese Analyse geht von dem Ziel aus, dass Deutschland seine Treibhausgasemissionen bis zum Jahre 2020 um 40 % gegenüber dem Stand von 1990 vermindern soll. Dieses Ziel bezieht sich auf alle sechs im Kyoto-Protokoll erwähnten Treibhausgase.¹⁰

Wir beschränken uns in diesem Bericht auf die energiebedingten CO₂-Emissionen, weil sie über 80 % der deutschen Treibhausgasemissionen ausmachen. Dem liegt die Annahme zu Grunde, dass die Minderung der gesamten Treibhausgasemissionen gelänge, falls dieser größte Teil der Emissionen deutlich abnehmen würde. Die Emissionsminderungspotenziale anderer Treibhausgase (Methan, fluorierte Treibhausgase (F-Gase), N₂O), die – z. B. bei vielen Anwendungen der F-Gase – mit relativ geringem Kostenaufwand erschließbar sind, betrachten wir in diesem Bericht nicht.¹¹

Nach den Regelungen des KP haben die teilnehmenden Staaten prinzipiell zwei Möglichkeiten, um die ihnen zugerechneten Treibhausgasemissionen zu senken: Die Minderungen können aus Maßnahmen stammen, die in Deutschland emissionsmindernd wirken, oder teilweise aus der Übertragung von Emissionsminderungsgutschriften aus anderen Ländern mit Hilfe der so genannten projektbasierten flexiblen Mechanismen Joint Implementation (JI) und Clean Development Mechanism (CDM)¹² erfolgen. Darüber hinaus wäre auch ein direkter staatlicher Kauf von As-

¹⁰ Also Kohlendioxid (CO₂), Lachgas (N₂O), Methan (CH₄), Schwefelhexafluorid (SF₆) sowie per- und teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW, H-FKW)

¹¹ Bei den Nicht-CO₂-Treibhausgasen soll bereits in der Periode 2008-2012 eine Minderung um 40 % gegenüber 1990 erreicht werden (vgl. Bundesregierung 2006). Bis 2020 erwartet das UBA weiter abnehmende Methanemissionen aus der Abfallwirtschaft. Für die fluorierten Treibhausgase projiziert eine UBA-Studie hingegen einen weiteren Anstieg der Emissionen, dem jedoch effektive und vergleichsweise kostengünstige Minderungsmaßnahmen gegenüber stehen (vgl. UBA 2004c, UBA 2005a, S. 74ff). Die prozessbedingten CO₂-Emissionen (z. B. in der Metallherzeugung) sind in starkem Maße von den jeweiligen Produktionsmengen in den jeweiligen Prozessen abhängig. In der Abfallwirtschaft bestehen darüber hinaus zusätzliche CO₂-Emissionsminderungsmöglichkeiten, die zum Beispiel mit einer besseren Energienutzung der thermischen Abfallbehandlung erreichbar sind.

¹² Vergleiche UBA-DEHSt 2005, S. 3ff.

signed Amount Units (AAU) aus anderen Annex B-Staaten¹³ im Rahmen des dritten flexiblen Mechanismus des KP, also des internationalen Emissionshandels auf Staatenebene (International Emissions Trading) denkbar. Die Ausführungsbeschlüsse zum KP sehen allerdings vor, dass ein substantieller Teil der Minderungen im eigenen Land erfolgen solle. Deutschland will für die aktuelle Verpflichtungsperiode (2008 - 2012) seine Emissionsminderungsziele weitgehend mit Maßnahmen allein in Deutschland verwirklichen.¹⁴ Auch das 40%-Ziel lässt sich mit Maßnahmen in Deutschland erreichen, wie dieser Bericht zeigt.¹⁵

Für die Sektoren Energiewirtschaft und Industrie erfolgt die Zuweisung der anteiligen Minderungslast durch die Festlegung des Gesamtbudgets für die einzelnen Handelsperioden im EU-Emissionshandel (Cap). Davon unberührt bleibt die Frage, wie die Betreiber der emissionshandelspflichtigen Anlagen auf die Verknappung der Emissionsberechtigungen reagieren. Der EU-Emissionshandel auf Unternehmensebene wird seinen Teilnehmern auch weiterhin die Möglichkeit geben, Emissionszertifikate aus dem Ausland zu kaufen oder an das Ausland zu verkaufen. Inwieweit dies geschehen wird, hängt von dem Verhältnis der Preise der Emissionszertifikate in Deutschland zu den Preisen in anderen Ländern ab. Die spezifischen Kosten für konkrete Emissionsminderungsmaßnahmen der Emissionshandelsteilnehmer bestimmen die Preisobergrenze der Zertifikate bei gegebenem Cap. Aussagen zu dieser Preisentwicklung sind von vielen Variablen abhängig und würden den Rahmen dieser Analyse verlassen.

Die technische Weiterentwicklung reduziert insbesondere bei den erneuerbaren Energien die Kosten und macht es damit möglich, diese Techniken bei moderaten Mehrkosten zur Energieerzeugung zu nutzen.¹⁶ Dies berücksichtigt das UBA-Szenario. Ferner nimmt das UBA an, dass keine neuen, bisher am Markt nicht vorhandenen Techniken zur Anwendung kommen, sondern alle Maßnahmen sich auf

¹³ Annex-B-Staaten nach Inkrafttreten des Kyoto-Protokolls 2005 entsprechen den Annex-1-Staaten der UN-Klimarahmenkonvention.

¹⁴ Bundesregierung 2005, S. 36

¹⁵ Die Potenziale zur THG-Emissionsminderung, die sich aus den flexiblen Mechanismen des Kyoto-Protokolls ergeben, sollten als strategische Reserve für die folgenden Verpflichtungsperioden verwendet werden.

¹⁶ Vgl. BMU 2004, S. 24

etablierte Techniken stützen, zum Beispiel effizientere Energieumwandlung in Kraftwerken und Motoren. Der Verzicht auf neue Techniken gilt insbesondere für die CO₂-Abscheidung und Speicherung. Hier erwartet das UBA eine nennenswerte kommerzielle Nutzung erst nach dem Jahr 2020.¹⁷

Die in Kapitel 4 genutzten Modellrechnungen bauen auf den von EWI/Prognos 2005 angenommen Rahmenbedingungen auf. Dies betrifft die Energiepreise sowie Annahmen zur Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung (vgl. Anhang 1). Im Verkehrssektor baut diese Untersuchung auf den Daten des TREMOD-Modells¹⁸ auf. Bei der Abgrenzung der Sektoren stützt sich dieser Bericht auf die Abgrenzung im nationalen Treibhausgasinventar.¹⁹

¹⁷ Vgl. UBA 2006, S. 90

¹⁸ TREMOD-Version 4.17; Dez 2006

¹⁹ Diese Abgrenzung ist vorteilhaft, um die hier dargestellten Daten mit Daten historischer Emissionen vergleichen zu können. Zudem folgen die Energiemodelle dieser Abgrenzung. Allerdings bringt diese den Nachteil mit sich, dass die Abgrenzung mancher Maßnahmen schwierig ist, weil beispielsweise ein Teil der Stromerzeugung dem Sektor Industrie zuzurechnen ist. Auch sind diese Daten nicht unmittelbar mit den Daten aus dem Nationalen Allokationsplan vergleichbar.

4. Wie sollte sich die erforderliche CO₂-Emissionsminderung auf die Sektoren aufteilen?

Bezogen auf die in diesem Bericht behandelten energiebedingten CO₂-Emissionen²⁰ entspricht das Ziel, bis zum Jahr 2020 die jährlichen Emissionen um 40 % gegenüber 1990 zu mindern, einer jährlichen Emission von maximal 571 Millionen Tonnen (Mio. t) CO₂ im Jahr 2020. Das bedeutet eine Emissionsminderung gegenüber 2005 um 224 Mio. t CO₂.

In den verschiedenen Wirtschaftssektoren in Deutschland liegen für die Minderung der Treibhausgasemissionen jeweils sehr unterschiedliche Rahmenbedingungen und Handlungsmöglichkeiten vor. Im Verkehrssektor sind wegen der hohen Verkehrszunahme der letzten Jahre Emissionsminderungen besonders schwierig. Daher ist eine proportionale Aufteilung der erforderlichen CO₂-Emissionsminderungen auf die verschiedenen volkswirtschaftlichen Sektoren (Energiewirtschaft, Industrie, Verkehr, Gewerbe/Handel/Dienstleistungen, Haushalte) nicht zielführend. Stattdessen orientiert das UBA sich bei der Aufteilung der Minderungsziele an folgenden Kriterien:

- Wirtschaftlichkeit der vorhandenen Minderungspotenziale, also geringstmögliche Vermeidungskosten pro verminderter Tonne CO₂.
- Überwindbarkeit der Hemmnisse zur Emissionsminderung.
- Realisierungschance erforderlicher Verhaltensänderungen.

Zur Zuordnung der Emissionsminderungslasten anhand dieser Kriterien zieht das UBA zwei Modellrechnungen zur künftigen Energieversorgung heran.²¹

Erstens bezieht das UBA die Prognose zum Energieverbrauch, die EWI/Prognos im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft erstellte, ein (Tabelle 2).²² Sie zeigt

²⁰ zur Einschränkung auf diesen Teil der gesamten THG-Emissionen vgl. Kapitel 2

²¹ Die Modellrechnungen bauen zum Teil auf unterschiedlichen Ausgangsdaten auf. Ihre Ergebnisse sind daher nicht unmittelbar vergleichbar. Für die hier vorgenommene grobe Orientierung anhand der CO₂-Emissionsminderungen in verschiedenen Sektoren erscheinen die Ergebnisse jedoch ausreichend.

²² Vgl. EWI/Prognos 2005, S. 398

die Entwicklung der CO₂-Emissionen unter Beibehaltung der gegenwärtigen energiepolitischen Rahmenbedingungen (eine so genannte Referenzentwicklung).

Tabelle 2: Referenzprognose von EWI/Prognos 2005²³

in Mio. t CO ₂ -Äq.	Ist 2002	Prognose 2010	Prognose 2020	Minderung 2002-2020	Minderung 2002-2020 in %
Energiewirtschaft	357	342	335	-22	-6%
Industrie	132	126	118	-14	-11%
Verkehr	176	171	155	-21	-12%
Haushalte	176	178	158	-18	-10%
GHD					
Energieb. CO₂	841	817	766	-75	-9%

Eine der grundlegenden Annahmen für die Referenzentwicklung besteht darin, dass die Energiepreise niedrig bleiben. Höhere Energiepreise im Referenzmodell hätten zu Folge, dass die Mehrkosten für Energieeinsparung verhältnismäßig geringer ausfielen.

Der EWI/Prognos-Prognose stellt das UBA zweitens eine Modellrechnung mit dem Energiesystemmodell IKARUS²⁴ gegenüber, deren Ergebnisse Tabelle 2 darstellt. Das Modell vergleicht eine Vielzahl technischer CO₂-Emissionsminderungsmöglichkeiten, wie zum Beispiel den Einsatz erneuerbarer Energien oder Gebäudedämmung. In der Rechnung, die eine CO₂-Minderung um 40 % bis 2020 vorgibt, ruft das Modell die Emissionsminderungsoptionen in der Reihenfolge ihrer Kosten für die Volkswirtschaft auf. Für diese Maßnahmen kommt das Modell auf durchschnittliche Kosten von 50 Euro pro Tonne CO₂.²⁵ Einige Maßnahmen sind mit geringeren Kosten verbunden oder rechnen sich von selbst, wie zum Beispiel Effizienzsteigerungen beim Stromverbrauch oder bei der Gebäudewärme.

²³ Vgl. ebd.

²⁴ Es handelt sich um das Modell IKARUS-LP, im Folgenden sprechen wir vereinfachend von IKARUS.

²⁵ Diese Kosten lassen sich nicht unmittelbar mit Zertifikatspreisen im Emissionshandel vergleichen. Denn erstens hängen die Preise von den in anderen Ländern angestrebten Emissionsminderungszielen ab. Zweitens bildet der Emissionshandel nicht die volkswirtschaftlichen Kosten, sondern die betriebswirtschaftlichen Kosten der Handelsteilnehmer ab. Diese hängen jedoch nicht nur von den Kosten der Maßnahmen, sondern auch von den staatlichen Rahmenbedingungen ab. So können Maßnahmen mit relativ hohen volkswirtschaftlichen CO₂-Vermeidungskosten in Anwesenheit anderer Fördermechanismen für den einzelnen Emissionshandelsteilnehmer eher kostengünstig werden. Diese Wirkung hat beispielsweise das Erneuerbare-Energien-Gesetz.

Die jährlichen Kosten im Vergleich zur Referenzentwicklung betragen zwischen 1,7 Milliarden (Mrd.) Euro im Jahr 2010 und 11,2 Mrd. Euro im Jahr 2020.²⁶

Die dargestellten Daten aus Modellrechnungen geben einen Hinweis auf die ohnehin bestehenden Trends und die Bereiche, in denen die Emissionsminderungspotenziale zu geringen – technisch bedingten – Vermeidungskosten erreichbar sind. Sie berücksichtigen allerdings keine anderen Hemmnisse, wie zum Beispiel fehlende Informationen und Transaktionskosten. Das IKARUS-Modell ist auf technische CO₂-Minderungsoptionen beschränkt und bildet etwa Verhaltensänderungen der Bevölkerung nicht ab.²⁷ Besonders bei der Berücksichtigung der Verhaltensänderungen im Verkehr sind geringere Kosten zu erwarten als IKARUS berechnet.

Anhand dieser Aspekte modifiziert das UBA daher die IKARUS-Zahlen im nächsten Schritt, um ein realistischeres Szenario zu präsentieren, wie die 40 % Emissionsminderung der energiebedingten CO₂-Emissionen in Deutschland mit hoher Wahrscheinlichkeit erreichbar ist.

In der IKARUS-Modellrechnung erbringt mit 142 Mio. t CO₂ der Sektor **Energiewirtschaft**²⁸ einen erheblichen Teil der Emissionsminderungen, während der Trend laut EWI/Prognos für diese nur eine Minderung um 22 Mio. t CO₂ erwartet. Das UBA geht davon aus, dass sich nicht das gesamte in IKARUS errechnete Potenzial der technischen Maßnahmen realisieren lässt, weil einige Investitionsentscheidungen, die bereits heute und in den nächsten Jahren fallen, die hier diskutierten Klimaschutzziele nicht voll berücksichtigen und damit keine oder nur ungenügende Emissionsminderungsbeiträge erbringen werden. Das UBA hat ein Szenario für die Stromversorgung

²⁶ Die dargestellten Ergebnisse zu Emissionsminderungen und Kosten errechnet IKARUS nur als Gesamtergebnis eines Optimierungsprozesses. Eine detaillierte Auswertung der einzelnen Maßnahmen in verschiedenen Sektoren und der damit verbundenen Kosten liegt dem UBA nicht vor.

²⁷ Eine genauere Darstellung der Rechnungen mit IKARUS ist im Bericht „Klimaschutz in Deutschland bis 2030“ dargestellt (vgl. UBA 2005, S. 285 ff.). Dort beruhen die Rechnungen allerdings auf Daten aus dem Jahr 2002. Das STE hat die dort vorgenommenen Rechnungen für das UBA auf den Stand des Jahres 2005 aktualisiert.

²⁸ Die Energiewirtschaft vereinigt in der hier verwendeten Abgrenzung des Nationalen Treibhausgasinventars die öffentliche Stromerzeugung, die zentrale Wärmeerzeugung, zum Beispiel in Heizwerken, die Raffinerien und die Kokereien.

entwickelt, dass zu einer Emissionsminderung von 115 Mio. t CO₂ für den gesamten Sektor Energiewirtschaft führt (vgl. folgendes Kapitel).

In den **Sektoren Industrie und Haushalte** hingegen wird bereits die Hälfte der in IKARUS ermittelten Emissionsminderungen in Höhe von knapp 27 Mio. t CO₂ und 39 Mio. t CO₂ im Referenzszenario verwirklicht. Das UBA geht davon aus, dass dieses Potenzial vollständig realisierbar ist.

Im **Sektor Verkehr** erreicht die von EWI/Prognos vorhergesagte Trendentwicklung das im IKARUS-Modell ermittelte Emissionsminderungspotenzial in Höhe von 22 Mio. t CO₂ bereits fast komplett. Mit der Berücksichtigung von Verhaltensänderungen – wie der Substitution von PKW-Fahrten durch Bus- und Bahnnutzung – hält das UBA höhere Werte als das in IKARUS für technische Maßnahmen ermittelte Potenzial für möglich und geht daher von einem Emissionsminderungspotenzial im Umfang von 30 Mio. t CO₂ aus.

Potenzial und Trend weichen im **Sektor Gewerbe/Handel/ Dienstleistungen (GHD)** stark voneinander ab. Da hier die Hemmnisse – zum Beispiel Informationsdefizite zu Energieeinsparmöglichkeiten – besonders hoch sind, geht das UBA davon aus, dass von dem im IKARUS-Modell ermittelten Emissionsminderungspotenzial im Umfang von 18 Mio. t CO₂ nur 10 Mio. t CO₂ ausgeschöpft werden.

Das Ergebnis dieser Betrachtungen findet sich zusammenfassend in der Tabelle 3:

Tabelle 3: UBA-Szenario für Minderungen der Sektoren für energiebedingte CO₂-Emissionen in Deutschland und Vergleich mit der IKARUS Modellrechnung.

in Mio. t CO ₂ -Äq.	Ist-Werte		IKARUS	UBA-Szenario		
	1990	2005	Absolute Minderung 2004-2020	CO ₂ -Emissionen 2020	Prozentuale Minderung 1990-2020	Absolute Minderung 2005-2020
Energiewirtschaft	415	362	-142	247	-41%	-115
Industrie	154	103	-27	73	-53%	-30
Verkehr	162	164	-22	134	-17%	-30
Haushalte	129	113	-39	74	-43%	-39
GHD	87	53	-18	43	-50%	-10
Energieb. CO ₂	948	795	-248	571	-40%	-224

Die Ist-Werte und das UBA-Szenario beruhen auf eigenen Berechnungen des UBA. Die Berechnung mit dem IKARUS-Modell wurde unter der Vorgabe einer CO₂-Emissionsminderung von 40.% bis 2020 gegenüber 1990 durchgeführt. Der Sektor GHD (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen) schließt militärische Dienststellen ein.²⁹

²⁹ Eine detaillierte Darstellung der zugrunde liegenden Zahlen und ihrer Quellen findet sich in Anhang 2.

5. Mit welchen Maßnahmen kann Deutschland diese Minderung kostengünstig erreichen?

In diesem Kapitel beschreibt das UBA, mit welchen technischen und organisatorischen Maßnahmen die im vorangegangenen Kapitel genannten sektoralen Minderungsziele erreichbar sind. Nachdem das vierte Kapitel zeigte, wie die CO₂-Emissionsminderung volkswirtschaftlich optimal auf die Sektoren zu verteilen ist, beschreibt das folgende Kapitel, mit welchen kostengünstigen Maßnahmen diese so hergeleiteten CO₂-Emissionsminderungsziele erreicht werden können.

Energiewirtschaft

Die Energiewirtschaft vereinigt in der Abgrenzung des Nationalen Treibhausgasinventars die öffentliche Stromerzeugung, die zentrale Wärmeerzeugung, zum Beispiel in Heizwerken, die Raffinerien und die Kokereien. Bis 2020 soll die Energiewirtschaft eine Emissionsminderung von 115 Mio. t CO₂ im Vergleich zu 2005 erreichen. Dieser Abschnitt beschreibt hauptsächlich die notwendigen Maßnahmen in der Stromerzeugung, weil die Stromerzeugung ca. 80 % der CO₂-Emissionen im Sektor Energiewirtschaft ausmacht.

Im Folgenden entwirft das UBA ein Szenario, wie die Stromerzeugung aussehen könnte, um 2020 eine Emissionsminderung von insgesamt 114 Mio. t CO₂ im Vergleich zu 2005 zu erreichen.³⁰ Diese CO₂-Emissionsminderung teilt sich mit 102 Mio. t CO₂ auf die Energiewirtschaft und mit 12 Mio. t CO₂ auf den Sektor Industrie auf, weil beide Sektoren Strom produzieren.³¹

³⁰ Diese Zahl ist nicht zu verwechseln mit derjenigen von 115 Mio. t für den gesamten Sektor Energiewirtschaft. Vgl. Tabelle im Anhang 3.

³¹ Dieser Rechnung liegt die Annahme zugrunde, dass Industriekraftwerke in gleicher Weise zu CO₂-Emissionsminderungen beitragen können wie Kraftwerke der Energiewirtschaft. Da Industriekraftwerke andere Charakteristika als öffentliche Kraftwerke aufweisen, ist diese Annahme vereinfachend. So sind Industriekraftwerke in der Regel fossile befeuerte Kraftwerke und haben daher ein höheres Emissionsminderungspotenzial. Auf der anderen Seite sind Industriekraftwerke häufig kleiner, weisen in höheren Anteilen Kraft-Wärme-Kopplung auf und können somit weniger zur Emissionsminderung beitragen. Auch falls sich diese beiden gegenläufigen Aspekte nicht genau aufheben, bleibt die Summe der Emissionsminderungen aus der Stromerzeugung beider Sektoren insgesamt gleich.

In diesem Szenario muss die jährliche Stromerzeugung³² um gut 11 % (71 TWh) auf 548 Terawattstunden (TWh) zurückgehen. Diese Stromverbrauchsminderung müssen zwar andere Sektoren leisten, sie mindert aber die Emissionen nicht dort, sondern bei der Stromerzeugung (vgl. Abschnitt „Industrie“ und Abschnitt „Haushalte und GHD“). Für die Kernenergie berücksichtigt das Szenario die gesetzliche Situation – also den beschlossenen Verzicht bis zum Jahr 2021 - und nimmt an, dass im Jahr 2020 die Kernenergie nur noch 33 TWh Strom erzeugt, statt 163 TWh im Jahr 2005. Der Stromerzeugungsmix im UBA-Szenario für das Jahr 2020 setzt sich wie folgt zusammen: Kohle 32 %, Erdgas 30 %, erneuerbare Energien 26 %, Uran 6 %, sonstige Brennstoffe³³ 6 % (vgl. Abbildung 2).

Der Zubau von Erdgaskraftwerken liefert zusätzlich 133 TWh Strom, was zusammen mit den dann noch betriebenen Anlagen mit 49 Mio. t CO₂-Emissionen verbunden ist, der Ausbau der erneuerbaren Energien führt zu weiteren 77 TWh ohne direkte CO₂-Emissionen.

Verwendet man die Anteile dieser Strommengen und der -einsparungen für den Ersatz von 258 TWh aus alten Kraftwerken³⁴, so ergeben sich folgende Zahlen für die vermiedenen CO₂-Emissionen.³⁵ Der Ausbau der Erdgaskraftwerke und Effizienzsteigerungen bei der Energieumwandlung in fossil befeuerten Kraftwerken³⁶ führen insgesamt zu Emissionsminderungen von 30 Mio. t CO₂, der Ausbau der erneuerbaren Energien zu Minderungen von 44 Mio. t CO₂ und die Stromverbrauchsminderung von 71 TWh spart 40 Mio. t CO₂.

³² Gemeint ist hier die Bruttostromerzeugung, das heißt die gesamte erzeugte elektrische Energie direkt nach der Umwandlung aus anderen Energieformen. Nachträgliche Verluste entstehen z. B. durch den Eigenstromverbrauch von Kraftwerken.

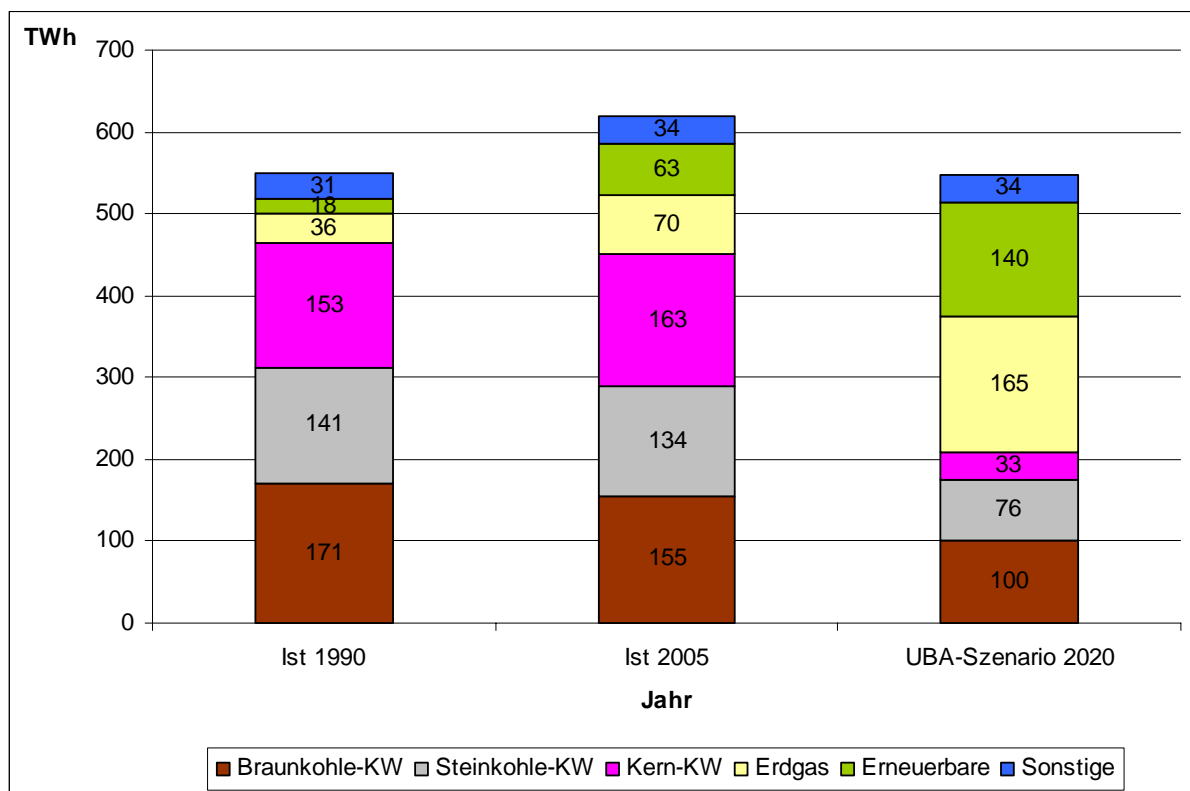
³³ Sonstige Brennstoffe sind u. a. verschiedene Erdölfraktionen, fossile Anteile von Abfällen sowie Grubengas.

³⁴ Im Vergleich zu 2005 ersetzt das UBA-Szenario 130 TWh aus vom Netz gehenden Kernkraftwerken, 55 TWh aus Braunkohlekraftwerken und 58 TWh aus Steinkohlekraftwerken durch andere Brennstoffe und oder verzichtet durch Einsparung auf ihre Erzeugung. Die durch die Abschaltung alter Kohlekraftwerke resultierende CO₂-Emissionsminderung von 108 Mio. t CO₂ rechnen wir anteilig auf die ersetzenden Energieträger und Einsparung um.

³⁵ Die Rechnung für Erdgas berücksichtigt 49 Mio. t CO₂, die die Gaskraftwerke selber emittieren.

³⁶ Die durchschnittlichen Nutzungsgrade der fossilen Kraftwerke steigen um rund 7 % bei Kohlekraftwerken, 11 % bei sonstigen Brennstoffen und – wegen eines hohen Anteils von KWK-Anlagen sowie der hohen Effizienz von Erdgas-GuD-Kraftwerken – um 13 % bei Erdgaskraftwerken.

Abbildung 2: Stromerzeugung nach Energieträgern im deutschen Kraftwerksbestand: Ist-Zustand für 1990 und 2005 sowie das UBA-Szenario für 2020, Quelle: AG-Energiebilanzen 2006, Eigene Berechnungen des UBA 2007



In diesem Szenario würde die Energiewirtschaft ab jetzt nur noch wenige neue Kohlekraftwerke errichten. Der anstehende Erneuerungsprozess des Kraftwerksbestands bietet die Chance, die vom UBA vorgeschlagenen Veränderungen der Stromerzeugung – hin zu Erdgas und erneuerbaren Energien – volkswirtschaftlich besonders günstig zu erreichen.

Den größten Anteil der Minderung in der Energiewirtschaft übernimmt also die Stromerzeugung mit nominell 102 Mio. Tonnen.³⁷ Die Emissionen aus der Wärmeerzeugung steigen – wegen des Ausbaus zentraler Wärmeerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) – zwar nominell mit 7 Mio. Tonnen in diesem Sektor, nehmen aber - wegen der ersetzten dezentralen Heizkessel über alle Sektoren gerech-

³⁷ Die Verminderungen bei der Stromerzeugung durch Verbrauchssenkung (vgl. Kapitel „Haushalte“ und Industrie), Wirkungsgradsteigerungen und Energieträgerwechsel betragen insgesamt 114 Mio. Tonnen, wovon durch eigene Stromproduktion jedoch 12 Mio. Tonnen dem Sektor Industrie zuzurechnen sind.

net - ab (vgl. Abschnitt „Haushalte und GHD“). Die im UBA-Szenario zu erwartenden Produktionsabnahmen in Kokereien und Raffinerien führen zu Emissionsminderungen in Höhe von 20 Mio. t CO₂.³⁸

Netto ergibt sich für die Energiewirtschaft also eine Emissionsminderung von 115 Mio. t CO₂ im Jahr 2020.

Das UBA geht davon aus, dass CO₂-Abscheidung und Speicherung bis 2020 keinen nennenswerten Beitrag zur CO₂-Emissionsminderung leisten wird.³⁹

Exkurs: Ausbau erneuerbarer Energien bei der Stromerzeugung

Eine Studie für das Bundesumweltministerium (BMU) zeigt, dass bei Beibehalten der derzeitigen Förderpolitik im Strombereich der Ausbau bis zum Jahr 2020 zu Stromerzeugung im Bereich von 139 bis 177 TWh möglich ist.⁴⁰ Die tragenden Sparten dieses Wachstums der erneuerbaren Energien sind trotz großer Unsicherheiten bei der Weiterentwicklung im Offshore-Bereich die Windenergie mit rund 85 TWh und die Biomasse mit etwa 30 TWh im Jahr 2020⁴¹. Das UBA geht in diesem Szenario von einem Ausbau auf 140 TWh bis 2020 aus. Die ebenfalls konservative Schätzung des neuen Leitszenarios des BMU⁴² geht dagegen von 156 TWh für 2020 aus. Es besteht somit noch Spielraum für eine andere Entwicklung bei der Stromversorgung.

Um diesen Ausbau zu erreichen, sind in allen Sparten der erneuerbaren Energien für die Stromerzeugung die technischen Potenziale kostengünstig zu erschließen – die Umweltbelange sind dabei zu berücksichtigen. Die Wasserkraftnutzung verfügt insgesamt nur über geringe Ausbaupotenziale, lediglich Kleinwasserkraftwerke unter 5 MW und die Effizienzverbesserung bei großen Wasserkraftwerken bis 150 MW werden auch im EEG gefördert. Geothermie und Photovoltaik weisen dagegen erhebli-

³⁸ Das UBA schätzt, dass die Minderung im Treib- und Brennstoffverbrauch zu einer Einsparung um 25 %, also von 5 Mio. t CO₂, bei den Raffinerien führt. Dem Rückgang der Emissionen der Kokereien um 15 Mio. t liegt die Annahme zu Grunde, dass mit dem Rückgang des Steinkohlebergbaus in Deutschland die vorhandenen Kapazitäten in Kokereien zur Weiterverarbeitung abgebaut werden.

³⁹ UBA 2006, S. 4, S. 28ff

⁴⁰ BMU 2005, S. 5

⁴¹ BMU 2005, S. 17ff

⁴² BMU 2007a, S 30

che Potenziale auf und stehen erst am Anfang ihrer Entwicklung; hier sind vor allem die Weiterentwicklung von technischen Konzepten und Kostensenkungen zu unterstützen. Bei der Windenergienutzung an Land sind weitere Potenziale verfügbar, die Hemmnisse für das Repowering – also der Austausch zahlreicher alter durch technisch weiterentwickelte Anlagen mit deutlich höherer Leistung – sind zu beseitigen, um mögliche Leistungszuwächse, aber auch die Minderung der Umweltbelastung durch die alten Anlagen zu ermöglichen.

In der Biomassesparte sollte eine Reihe von Verbesserungen erfolgen. Hierzu gehören neben der weiteren Technologieentwicklung und -verbesserung auch die räumliche Entkopplung von Biomasseerzeugung und -nutzung durch Erzeugung von Biogas und Einspeisung in das Erdgasnetz und damit der nutzungsbezogene Einsatz von KWK in Nahwärmenetzen.

Gegenwärtig erbringen vorwiegend Wasserkraftwerke, Steinkohlekraftwerke, Erdgaskraftwerke und Spitzenlast- oder Vorschaltgasturbinen die für die Energieversorgung erforderliche Regelleistung. Eine bessere Integration der dezentralen Stromerzeugung – insbesondere von fluktuierenden Quellen – in das Stromnetz, ist ein wichtiges Etappenziel einer nachhaltigen Entwicklung im Energiesektor. Unterstützt wird diese Integration durch die zunehmend genaue Voraussage der zu erwartenden stündlichen Windenergieeinspeisung in Deutschland, die derzeit mit einer Fehlerquote von durchschnittlich 6 % für den Zeitraum 24 - 48 Stunden im Voraus möglich ist.⁴³ Diese Fehlerquote bestimmt auch die bereitzustellende Regelleistung. Der Wegfall von Regelleistung aus Steinkohlenkraftwerken infolge deren Stilllegung kann durch die neu zu bauenden Erdgaskraftwerke, die mit vergleichbaren Regeleinrichtungen ausgerüstet sind, ausgeglichen werden. Ein Teil dieser Anlagen soll als KWK-Anlagen ausgelegt und betrieben werden, deren Regelleistung begrenzt sein wird. Daher sind weitere Optionen für eine bessere Netzintegration der Stromerzeugung aus regenerativen Energien mittel- und langfristig zu prüfen; dazu können zum Beispiel der großräumige Ausgleich durch eine weitergehende Verknüpfung des deutschen Stromnetzes mit den Netzen der Nachbarländer gehören, aber auch weiter zu entwickelnde Speichertechniken für Strom, Wärme und Kälte sowie ein umfassendes Erzeugungs- und Lastmanagement.

⁴³ ISET 2006, S. 6

Exkurs: Ausbau der Stromerzeugung aus Erdgas und Versorgungssicherheit

Das in Deutschland heute verbrauchte Erdgas dient zu etwa 90 % der Wärmeversorgung. Um die mit dem Erdgasimport verbundenen Unsicherheiten und Abhängigkeiten begrenzt zu halten, wenn dieser Rohstoff verstärkt zur Stromerzeugung dienen würde, ist Erdgas in der Wärmeversorgung einzusparen. Hierfür bieten die erneuerbaren Energien (Biomasse, Solarthermie), die Kraft-Wärme-Kopplung und die Gebäudesanierung zur Effizienzverbesserung der Heizung und der Wärmedämmung die maßgeblichen Potenziale (vgl. Abschnitt „Haushalte und GHD“). Berechnungen des UBA zeigen, dass der gesamte Erdgasverbrauch bei – für die erforderliche Kohlendioxid-Emissionsminderung in der Energiewirtschaft bis 2020 – verstärkter Nutzung zur Stromerzeugung nur um 3 % stiege, weil die Erdgas-Einsparungen im Wärmebereich den zusätzlichen Erdgasverbrauch in der Energiewirtschaft weitgehend kompensieren könnten.⁴⁴ Um die Versorgungssicherheit gleichwohl zu erhöhen, kann die Nutzung von verflüssigtem Erdgas (LNG) neue Bezugsquellen eröffnen.⁴⁵

In der Summe ergeben sich die folgenden Emissionsminderungen im Sektor Energiewirtschaft:

Tabelle 4: CO₂-Emissionsminderungen laut UBA-Szenario im Zeitraum 2005 - 2020 im Sektor Energiewirtschaft. Quelle: Eigene Berechnungen des UBA

<i>in Mio. t CO₂</i>	Energiewirtschaft
Brennstoffwechsel zu mehr Erdgas und Effizienzsteigerungen in fossilen Kraftwerken	-27
Verdopplung des Anteils erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung	-39
11%-Punkte Stromeinsparungen durch höhere Effizienz beim Verbrauch	-36
	– Wirkung in Industrie, Haushalten, GHD –
Verdopplung der Kraft-Wärme-Kopplung	
Sonstige Maßnahmen und Effekte (Zentrale Wärmeproduktion, Raffinerien, Kokereien)	-13
Summe	-115

⁴⁴ Eigene Berechnung der Erdgaseinsparungen mit den hier vorgeschlagenen Maßnahmen. Demnach würde der Erdgasbedarf bei Industrie, den Haushalten und im Sektor GHD um 183 TWh aus Erdgas sinken, während er durch die Stromerzeugung und die öffentliche Wärmeversorgung aus Erdgas um 210 TWh zunimmt. Der gesamte Erdgasverbrauch betrug 2005 umgerechnet 899 TWh.

⁴⁵ DIW 2006, S. 553-559

Industrie

Im UBA-Szenario soll die Industrie bis 2020 insgesamt 30 Mio. t CO₂ einsparen.⁴⁶ Dies muss bei den direkten energiebedingten CO₂-Emissionen für die thermische Nutzung, im Bereich der Industriekraftwerke (einschließlich KWK) und beim Stromverbrauch geschehen. Im Sektor „Energiewirtschaft“ sind bereits die notwendigen Veränderungen bei der Stromerzeugung beschrieben worden. Die daraus resultierenden Emissionsminderungen, die – wegen unternehmenseigener Stromproduktion – dem Sektor „Industrie“ zuzurechnen sind, betragen 12 Mio. t CO₂.⁴⁷

Stromeinsparungen

Die Deutsche Energieagentur (dena) schätzt, dass Deutschland bis 2020 den gesamten Stromverbrauch um knapp 10 % gegenüber 2005 senken kann⁴⁸. Das UBA geht von gut 11 % (71 TWh) der Bruttostromerzeugung aus.⁴⁹ Besonders bei Querschnittstechniken ergeben sich zum Teil sehr große, auch betriebswirtschaftlich rentable Strom-Einsparpotenziale: Druckluft 33 %⁵⁰, Pumpen und Ventilatoren 15 %⁵¹, Beleuchtung⁵² 24 %. Da ein Drittel des gesamten deutschen Stromverbrauchs für industrielle und gewerbliche Querschnittstechniken mit elektrischen Antrieben verwendet wird, ist es besonders wichtig, dieses größte Stromeinsparpotenzial zu erschließen.⁵³

Wärmeeinsparung und -versorgung mit erneuerbaren Energien

Die wirtschaftlichen Energieeinsparpotenziale im Bereich der thermischen Energie-nutzung (ohne Industriekraftwerke) im Sektor Industrie betragen 8 - 12 Mio. t CO₂.⁵⁴ Die größten Potenziale liegen bei den thermischen Querschnittstechnologien. Die Erschließung von Einsparmöglichkeiten bei prozessspezifischen Anwendungen ins-

⁴⁶ Prozessbedingte Emissionen im Sinne der im Nationalen Treibhausgasinventar verwendeten Definition sind in diesem Bericht nicht berücksichtigt.

⁴⁷ Vgl. Abschnitt „Energiewirtschaft“ in diesem Kapitel

⁴⁸ BMU, BMBF 2006 S.1

⁴⁹ Die CO₂-Emissionsminderungen aus Stromsparmaßnahmen kommen statistisch nicht den stromverbrauchenden Sektoren zu Gute. Vgl. Abschnitt „Energiewirtschaft“, S. 11ff.

⁵⁰ Fraunhofer ISI et al. 2003, S. 183

⁵¹ Enquete Kommission 2002, S. 185

⁵² Fraunhofer ISI et al. 2003, S. 236

⁵³ Vgl. UBA 2005a, S. 96

⁵⁴ UBA 2005b, S. 342

besondere in der energieintensiven Grundstoffindustrie, auf die der größte Teil des Energieverbrauchs entfällt, ist demgegenüber erheblich schwieriger und häufig erst bei Anlagenerneuerung und Prozesssubstitution im Rahmen langlebiger Investitionszyklen zu realisieren.

Um die wirtschaftlichen Energieeinsparpotenziale erkennen zu können, sind betriebliche Energienutzungskonzepte zu erarbeiten – wozu gerade kleine und mittlere Unternehmen externe Energieberatung brauchen.

Ein weiteres, großes CO₂-Einsparpotenzial ist die Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien (Biomasse, Solarthermie, Geothermie). Bei einer Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien zur Wärmeerzeugung von 6 % auf 12 % sinken die CO₂-Emissionen um knapp 4 Mio. t CO₂.⁵⁵

Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung

Eine besonders große Chance liegt im Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) und der optimalen Verteilung der Wärme über Wärmenetze. Mit Hilfe dieser Technik wird der Brennstoff in Kraftwerken nicht nur zur Stromerzeugung, sondern gleichzeitig auch zur Erzeugung von Wärme oder Kälte verwendet, die sich für Heizung oder Kühlung von Gebäuden oder in industriellen Produktionsprozessen nutzen lässt. KWK ist heute in den meisten Verbrennungskraftwerken möglich.

Bis 2020 lässt sich die KWK-Stromproduktion von etwa 70 TWh im Jahr 2005 auf 140 TWh verdoppeln. Bei der Annahme einer Stromkennzahl⁵⁶ von 1 bedeutet diese Erhöhung der Wärmeproduktion aus KWK um 70 TWh, dass rund 15 Mio. t CO₂ vermieden werden können.⁵⁷ Diese Emissionsminderung verteilt sich mit 5 Mio. t CO₂ auf den Sektor Industrie und mit 10 Mio. t CO₂ auf die Sektoren Haushalte und

⁵⁵ Annahme: CO₂-Emissionen der Industrie zur Wärmeproduktion sinken bis 2020 durch Einsparungen auf 60 Mio. t CO₂, davon 6 % sind 3,6 Mio. t CO₂.

⁵⁶ Die Stromkennzahl bezeichnet das Verhältnis von Stromerzeugung zu Wärmeerzeugung. Eine Stromkennzahl von 0,5 bedeutet, dass pro 1 kWh Strom 2 kWh Wärme erzeugt werden.

⁵⁷ Unter der Annahme eines Emissionsfaktors von 250g CO₂/kWh_{th} für eine Mischung aus Erdgas und Ölheizungen und einer Stromkennzahl von 1. Zu dieser Emissionsminderung durch Substitution fossiler Wärme ist die Emissionsminderung durch KWK-spezifische Effizienzsteigerung in der Energiewirtschaft hinzu zu rechnen. Diese beträgt im UBA-Szenario etwa 5 Mio. t CO₂, ist im Kapitel Energiewirtschaft jedoch in den Zahlen zur allgemeinen Effizienzsteigerung enthalten.

Gewerbe/ Handel/Dienstleistungen (GHD), weil KWK-Wärme in erster Linie in der Energiewirtschaft produziert wird, während die Emissionsvermeidung in den Sektoren Industrie, Haushalte und GHD stattfindet.

Voraussetzung für die Nutzung der KWK-Wärme ist der Erhalt ausreichend hoher Siedlungsdichten, so dass Investition in Nah- und Fernwärmenetze ein möglichst günstiges Kosten-Nutzen-Verhältnis aufweisen. Mit der Nutzung erneuerbarer Energieträger (Biomasse und Geothermie) in KWK-Anlagen können die CO₂-Emissionen noch weiter sinken.

Sonstige Maßnahmen, zum Beispiel bei der Wärmedämmung von Industrieproduktionsanlagen, können eine zusätzliche CO₂-Emissionsminderung von 1 Mio. t CO₂ leisten.

Tabelle 5: CO₂-Emissionsminderungen laut UBA-Szenario im Zeitraum 2005 - 2020 im Sektor Industrie. Quelle: Eigene Berechnungen des UBA

<i>in Mio. t CO₂</i>	Industrie
Brennstoffwechsel zu mehr Erdgas und Effizienzsteigerungen in fossilen Kraftwerken	-3
Verdoppelung des Anteils erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung	-5
11%-Punkte Stromeinsparungen durch höhere Effizienz beim Verbrauch	-4
Verdoppelung der Kraft-Wärme-Kopplung	-5
Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung um 6%-Punkte	-4
Mehr Gebäudesanierung und höhere Heizungsanlageneffizienz	-1
Wärmeeinsparung bei Produktionsprozessen	-8
Summe	-30

Haushalte und GHD

Das UBA schlägt folgende Maßnahmen vor, um den in Kapitel 4 beschriebenen Beitrag einer Senkung der Emissionen bei den Haushalten um 39 Mio. t CO₂ und 10 Mio. t CO₂ im Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) zu erreichen:

Gebäudesanierung und Heizungsanlagen-Effizienz-Verbesserungen

Die energetische Sanierung des Gebäudebestands in den Sektoren Haushalte und GHD⁵⁸ könnte CO₂-Emissionsminderungen im Umfang von 20 Mio. t. CO₂ herbeiführen, falls sich die jährliche energetische Sanierungsrate von derzeit 0,6 %⁵⁹ auf 2 % erhöhte und der CO₂-Ausstoß als Folge der Sanierung um durchschnittlich 60 % sänke.⁶⁰ Der Austausch und die Anpassung ineffizienter Heizungsanlagen in bestehenden Gebäuden ermöglichen eine Verbesserung des energetischen Nutzungsgrades der Anlagen um etwa 10 %⁶¹. Mit Hilfe der Heizungsmodernisierung lassen sich etwa 11 Mio. t CO₂ einsparen.

Erneuerbare Energien und Kraft-Wärme-Kopplung

Der Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung kann die CO₂-Emission auch im Bereich Haushalte um 10 Mio. t mindern, indem die Wärmeerzeugung aus mit Öl und Gas betriebenen dezentralen Heizungsanlagen durch Nah- und Fernwärme ersetzt werden. Mit der Steigerung des Einsatzes erneuerbarer Energien von heute 6 % auf 12 % bei der Wärmeversorgung im Jahr 2020 sind die CO₂-Emissionen um 6 Mio. t CO₂ zu senken.

Stromsparen

Der Stromverbrauch der privaten Haushalte kann um rund 15 % sinken. Bei Haushaltsgeräten, Warmwasserbereitung und Unterhaltungselektronik sind bis 2020 Einsparungen zwischen 25 und 50 % möglich.⁶²

Ähnliche Einsparungen könnte es auch im GHD-Sektor geben. Wie bereits im Abschnitt Industrie näher erläutert, nimmt das UBA an, dass Deutschland gut 11 % der Bruttostromproduktion bis 2020 im Vergleich zu 2005 einsparen kann.

⁵⁸ Bei der Berechnung der CO₂-Emissionsminderung des Sektors GHD nehmen wir pauschal an, dass 50 % der CO₂-Emissionen aus der Raumwärmeerzeugung stammen, um Prozesswärme und niedrigere Sanierungspotenziale im Vergleich zum Haushaltssektor zu berücksichtigen. Dies ist in die Berechnung der CO₂-Emissionsminderung im Sektor GHD eingeflossen.

⁵⁹ Vgl. UBA 2005b, S. 96

⁶⁰ Dieses Minderungsziel gilt für den Durchschnitt des Gebäudebestands. Da das Ziel nicht für alle Gebäude zu erreichen ist, müssen andere Gebäude um einen höheren Anteil energetisch saniert werden; wo es möglich ist bis zum Standard eines Passivhauses. Bei der Berechnung ist berücksichtigt, dass die Maßnahmen ein Jahr Anlaufzeit benötigen.

⁶¹ UBA 2005b, S. 95. Bandbreite 10 - 25 %; unterer Wert

⁶² UBA 2005a S. 97

Sonstige Maßnahmen, etwa die Effizienzverbesserungen bei der Wärmeverwendung im Gewerbe leisten einen zusätzlichen CO₂-Emissionsminderungsbeitrag von 2 Mio. t CO₂.

Exkurs: Energieeffiziente Siedlungsentwicklung / Erhalt kompakter Siedlungsstrukturen

Wie neue Berechnungen des Statistischen Bundesamtes⁶³ bestätigen, wurden alle bisherigen Anstrengungen, im Bereich des Wohnens Heizenergie einzusparen, durch die Zunahme der beheizten Wohnflächen mehr als überkompensiert. So stieg der Heizenergieverbrauch der privaten Haushalte zwischen den Jahren 1995 und 2004 um 2,8 %, obwohl die benötigte Heizenergie pro Quadratmeter Wohnfläche um etwa 9 % abnahm.⁶⁴ Der Grund dafür ist, dass in diesem Zeitraum die beheizte Wohnfläche um 13 % wuchs.

Die Ursache für den steigenden Wohnflächenbedarf ist nicht nur in der wachsenden Zahl kleinerer Haushalte zu suchen. Da im selben Zeitraum die Zahl der Haushalte – und damit der genutzten Wohnungen – etwa um 5 % zunahm (bei einer Zunahme der Bevölkerung von nur etwa einem Prozent), ist der Anstieg der beheizten Wohnfläche um insgesamt 13 % zum größten Teil auf einen wachsenden Wohnflächenkonsum pro Haushalt (und erst recht pro Kopf der Bevölkerung) zurückzuführen.⁶⁵

Eine nähere Analyse der Daten durch das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) zeigt, dass vor allem der Wohnflächenkonsum älterer Menschen in Ein- und Zweipersonenhaushalten, die nach der Familienphase allein in Einfamilienhäusern oder großen Familienwohnungen zurückbleiben (Remanenz), den größten Teil des Pro-Kopf-Anstiegs des Wohnflächenkonsums verursachen⁶⁶. Gerade in den Jahren seit 1995 entstanden besonders viele Einfamilienhäuser, obwohl es im Wohnungsbestand – rein rechnerisch – in vielen Regionen genügend Raum gegeben hätte.

⁶³ Statistisches Bundesamt 2006, S. 23; Radermacher 2006, S. 8

⁶⁴ Heizenergieaufwand 1994: 0,95 GJ/m² und Jahr; 2004: 0,86 GJ/m² und Jahr. UBA-Berechnung auf Grundlage von Statistisches Bundesamt 2006, S. 23

⁶⁵ Zunahme der Wohnfläche pro Haushalt um 7% von 78 m² auf 83 m² und Zunahme der Wohnfläche pro Kopf um 11,6 % von 35 auf 39 m² im Zeitraum von 1995 bis 2004; Quelle ebd.

⁶⁶ BBR 2006, S. 78

te, um auch Familien mit Kindern ausreichend⁶⁷ große Wohnungen zu verschaffen. Allerdings wäre es dazu erforderlich gewesen, ältere Menschen nach Abschluss der Familienphase dazu zu motivieren, in eine kleinere Wohnung zu ziehen. Im Zuge des demographischen Wandels in Deutschland besteht die Gefahr, dass in heute bereits stagnierenden Regionen weiter Einfamilienhäuser gebaut werden, während Geschosswohnungen und Einfamilienhäuser, die heute noch ältere Menschen bewohnen, in wenigen Jahren in großem Umfang leer stehen dürften.

Aufgabe der Kommunen, der Regionen und der Länder ist es, künftig innerhalb der räumlichen Planung sowie der Wohnungs- und Städtebauförderung, Baugebiete für den Wohnungsneubau allenfalls noch in Regionen und Kommunen auszuweisen, wo wegen andauernder – tatsächlicher und nicht nur erwarteter oder prognostizierter – Zuwanderung Wohnraum besonders knapp ist. In Zuwanderungs- und in stagnierenden Regionen wo sich Bestände mit großen Wohnungen und wenigen Bewohnern häufen, sollte mit Hilfe eines Wohnraummanagements⁶⁸ versucht werden, vor allem für Familien mit Kindern Wohnraumpotenziale in bestehenden Wohnungen zu erschließen. So ließe sich vermeiden, dass – trotz Subventionen der Energieeinsparungsmaßnahmen an Gebäuden, der Kraft-Wärme-Kopplung und für erneuerbare Energien – der Wärmebedarf für Wohnen ständig weiter stiege.

Auch zur Begünstigung des umweltschonenden Verkehrs (zu Fuß, mit dem Fahrrad, mit öffentlichen Verkehrsmitteln) ist es erforderlich, Siedlungsstrukturen hinreichend dicht zu halten, um kurze Wege und eine kostengünstige Bedienung mit öffentlichen Verkehrsmitteln zu ermöglichen – also die Mobilitätsbedürfnisse mit weniger Verkehrsaufwand zu befriedigen. Kompakte Siedlungsstrukturen wirken sich darüber hinaus auf das Verhältnis zwischen Leitungslängen (zum Beispiel bei der Strom- und Wärmeversorgung) und der Zahl der mit Energie zu versorgenden Haushalte günstig aus.

⁶⁷ Was im Hinblick auf die Wohnraumversorgung von Familien als „ausreichend“, d. h. sozial akzeptabel gilt, ist in Deutschland – unter dem Einfluss der Baulandpreise oder Knappheiten an bezahlbarem Wohnraum – von Region zu Region sehr unterschiedlich. Mit „ausreichend“ ist hier „in dieser Region bislang üblich“ gemeint.

⁶⁸ In verschiedenen Forschungs- und Modellvorhaben des Bundes und der Länder zum Wohnen im Alter (z. B. Senioren-WG's, betreutes Wohnen, Mehr-Generationen-Wohnen, „Wohnen mittendrin“ etc.) wird derzeit nach attraktiven Wohnformen gesucht, die an die Stelle des Verharrens in der zu großen Familienwohnung treten könnten.

Tabelle 6: CO₂-Emissionsminderungen laut UBA-Szenario im Zeitraum 2005 - 2020 im Sektor Haushalte und GHD. Quelle: Eigene Berechnungen des UBA

<i>in Mio. t CO₂</i>	Haushalte und GHD
11%-Punkte Stromeinsparungen durch höhere Effizienz beim Verbrauch	– Wirkung in Energiewirtschaft und Industrie –
Verdoppelung der Kraft-Wärme-Kopplung	-10
Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung um 6%-Punkte	-6
Mehr Gebäudesanierung und höhere Heizungsanlageneffizienz	-31
Wärmeeinsparung bei Produktionsprozessen	-1
Summe	-49

Verkehr

Im Verkehr sollen die CO₂-Emissionen bis 2020 um 30 Mio. t CO₂ sinken. Bei Fortsetzung aktueller Trends beträgt die Minderung jedoch nur 8 Mio. t CO₂.⁶⁹

Strategien in diesem Sektor zur weiteren Senkung der CO₂-Emissionen sind technische Verbesserungen zur Effizienzsteigerung⁷⁰, die bessere Auslastung bestehender Fahrzeugkapazitäten, eine Verlagerung von Verkehren hin zu energieeffizienteren Verkehrsträgern (zum Beispiel beim Güterverkehr vom Lkw auf die Bahn) und die Vermeidung von Verkehren (zum Beispiel durch kompakte Siedlungsstrukturen, die kurze Wege ermöglichen).

Senkung des spezifischen Verbrauchs

Mit technischen Maßnahmen und mit kraftstoffsparender Fahrweise lassen sich bis 2020 – verglichen mit 2005 – bei Personenkraftwagen um bis zu 40 % der spezifischen CO₂-Emissionen einsparen. Bei Lastkraftwagen ist eine Senkung der spezifischen CO₂-Emissionen, zum Beispiel durch den Einsatz von Leichtlaufreifen und Leichtlaufölen, um bis zu 20 % möglich.

⁶⁹ Die Trendberechnung basiert auf den Ergebnissen des Modells TREMOD und bezieht sich auf die Jahre 2005 - 2020. Daher unterscheiden sich die Werte von den in Tabelle 1 angegebenen Werten von EWI/Prognos.

⁷⁰ Beispiel: bei PKW z. B. der Einsatz sparsamer Motoren oder Leichtbauweise, bei Schiffen: Modifizierung des Schiffsrumpfes

Die wirksamste Möglichkeit zur Verminderung des spezifischen Verbrauchs bei Stadtlinienbussen sind Fahrerschulungen mit dem Ziel einer effizienteren Fahrweise, die durch technische Maßnahmen begleitet werden⁷¹. Diese Maßnahmen erreichen ein Einsparpotenzial von 25 % im betrachteten Zeitraum. Bei sonstigen Bussen ist das Minderungspotenzial dem von Lkw vergleichbar.

Wegen der sehr langen Gebrauchsdauer der Lokomotiven ist eine Senkung der spezifischen CO₂-Emissionen nur um bis zu 5 % realisierbar⁷².

Bei Binnenschiffen ist – wegen der noch längeren Verwendung und des dadurch bedingten Altbestandes – ein Einsparpotenzial im Umfang von nur etwa 3 % vorhanden. Für Flugzeugturbinen hält das UBA ein Kraftstoffverbrauchsminderungspotenzial von knapp 15 %⁷³ für realisierbar.

Insgesamt ergibt sich hieraus ein Potenzial zur CO₂-Emissionsminderung von 15 Mio. t CO₂.

Vermeidung Verkehre

Ein hohes Maß an Mobilität und Güterversorgung lässt sich mit sehr unterschiedlichem Verkehrsaufwand – gemessen in Personenkilometern und Tonnenkilometern – erreichen. Um Verkehre zu vermeiden, sind nach dem Konzept „Stadt der kurzen Wege“ kompakte, verkehrsarme Siedlungsstrukturen zu erhalten und regionale Wirtschaftskreisläufe zu fördern. Eine verstärkte Integration von Verkehrs- und Siedlungsplanung innerhalb und zwischen den Kommunen ist hierfür die Basis. So lassen sich mittels größerer Fertigungstiefen an Produktionsstandorten, eine verkehrsrärmere Logistik (einschließlich Lagerhaltung) und eine stärker dezentral organisierte Distributionspolitik im Handel die Zahl der Transporte verringern und die durchschnittlichen Wegelängen reduzieren.

⁷¹ Hybridmotoren, Leichtlaufreifen, Leichtlauföle und der Einsatz von SCR (Selective Catalytic Reduction)

⁷² Eine wichtige Maßnahme ist die Steigerung der Motor-Wirkungsgrade, speziell mit Hilfe der SCR-Technik zur Minderung der Stickoxidemissionen.

⁷³ Der spezifische Verbrauch der Flugzeuge sank in den letzten Jahren pro Jahr etwa um 1 %. Diese Entwicklung setzt sich aller Voraussicht nach auch bis 2020 fort, so dass etwa 15 % Verminderung zu erwarten ist.

Dem Anstieg des Flugverkehrs – insbesondere durch sogenannte Billigflieger – ist entschieden entgegenzuwirken. Attraktive regionale Urlaubs- und Erholungsangebote und deren Vermarktung können hier einen Beitrag leisten.

Ein weiterer Straßenneubau sollte grundsätzlich unterbleiben, da das Straßennetz ganz überwiegend befriedigend ist. 15 - 20 % des Verkehrszuwachses gehen auf den Straßenneubau zurück⁷⁴, indem Nutzerinnen sowie Nutzer den Zeitgewinn für zusätzliche und weitere Wege nutzen. Engpässe sollten stattdessen mit verbesserten Verkehrsführungen, Verkehrsflussverstärkungen zur besseren Nutzung der Verkehrsinfrastruktur sowie der Verkehrsverlagerung auf die Bahn oder das Schiff erweitert werden.

Eine bei Ergreifen dieser Maßnahmen durchaus realistische Verminderung der Güterverkehrsleistung um 5 % gegenüber dem zu erwartenden Trend, führt zu einer Reduzierung der CO₂-Emissionen um 2,5 Mio. t CO₂. Eine Reduzierung dieser Größenordnung im Personenverkehr würde die Emissionen sogar um 5,5 Mio. t CO₂ vermindern.

Verlagerung auf umweltverträglichere Verkehrsträger

Kompakte Siedlungsstrukturen ermöglichen eine wesentliche Verbesserung des Angebots für und der Nachfrage nach umweltverträglichen Verkehrsträgern – Bahn, Bus, Fahrrad und zu Fuß gehen. Kompakte Siedlungen sind für einen umweltgerechten und kostengünstigen Betrieb dieser Verkehrsträger die notwendige Voraussetzung. Die Abkehr vom Straßenneubau und der Ausbau der Bahninfrastruktur tragen zur Verlagerung des Verkehrswachstums – insbesondere des Güterverkehrs – auf die Schiene und Schiffe bei.

Eine Berechnung des Potenzials dieser Maßnahme ist wegen der Vielzahl der Einflussfaktoren bei der Verkehrsmittelwahl nur exemplarisch möglich. Falls es gelänge, 5 % aller Pkw-Fahrten im Stadtverkehr auf den Bus und Bahn sowie 30 % aller Pkw-Fahrten, die nicht länger als 5 km sind, auf das Fahrrad zu verlagern, verminderten sich die CO₂-Emissionen um 3 - 4 Mio. t.

⁷⁴ UBA, 2005: Determinanten der Verkehrsentstehung. UBA-Texte 26/05, Dessau 2005

Insgesamt tragen die Maßnahmen zur Vermeidung von Verkehr und die Verschiebung des Modal-Splits einen CO₂-Emissionsminderungbeitrag von 15 Mio. t CO₂ bei.

Zusammen mit den 15 Mio. t als Folge der Senkung des spezifischen Verbrauchs ergibt sich im Verkehrssektor ein Einsparpotenzial von 30 Mio. t.

Tabelle 7: CO₂-Emissionsminderungen laut UBA-Szenario im Zeitraum 2005 - 2020 im Sektor Verkehr. Quelle: Eigene Berechnungen des UBA

<i>in Mio. t CO₂</i>	Verkehr
Senkung des spezifischen Kraftstoffverbrauchs	-15
Verlagerung auf ÖPNV, Schiene und Schiff sowie Verkehrsvermeidung	-15
Summe	-30

Zusammenfassung der Maßnahmen

Tabelle 8 fasst die genannten Maßnahmen in den einzelnen Sektoren zusammen, und zeigt, dass das im Kapitel 4 dargelegte sektorale Mengengerüst unter den genannten Voraussetzungen realisierbar ist.

Tabelle 8: Übersicht über die Wirkung der vorgeschlagenen CO₂-Emissionsminderungsmaßnahmen im UBA-Szenario in Mio. t CO₂, Quelle: Eigene Berechnungen des UBA 2007

<i>in Mio. t CO₂</i>	Energie- wirtschaft	Industrie	Haushalte und GHD	Verkehr	Alle Sek- toren
Brennstoffwechsel zu mehr Erdgas und Effizienzsteigerungen in fossilen Kraftwerken	-27	-3			-30
Verdopplung des Anteils erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung	-39	-5			-44
11%-Punkte Stromeinsparungen durch höhere Effizienz beim Verbrauch	-36	-4	Wirkung in Energie- wirtschaft und Industrie		-40
Verdopplung der Kraft-Wärme-Kopplung		-5	-10		-15
Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung um 6%-Punkte		-4	-6		-10
Mehr Gebäudesanierung und höhere Heizungsanlageneffizienz		-1	-31		-32
Wärmeeinsparung bei Produktionsprozessen		-8	-1		-9
Senkung des spezifischen Kraftstoffverbrauchs				-15	-15
Verlagerung auf ÖPNV, Schiene und Schiff sowie Verkehrsvermeidung				-15	-15
Sonstige Maßnahmen und Effekte (Zentrale Wärmeproduktion, Raffinerien, Kokereien)	-13				-13
Summe	-115	-30	-49	-30	-224

6. Welche Instrumente sollte Deutschland nutzen?

Das vorhergehende Kapitel stellt die Maßnahmen dar, die von verschiedenen Akteuren ergriffen werden sollen, um die erforderlichen CO₂-Emissionsminderungen mit möglichst geringen Kosten zu erreichen.

Dieses Kapitel beschreibt nun die wichtigsten Instrumente, mit denen die Bundesregierung – gegebenenfalls im Zusammenspiel mit anderen staatlichen Ebenen, wie der EU – die Akteure dazu veranlassen kann, die betreffenden Maßnahmen umzusetzen. Die im Folgenden näher dargestellten Instrumente schlägt das UBA vor, weil sie sich erstens durch eine relativ hohe Effektivität auszeichnen, also hinsichtlich der erzielbaren Emissionsminderungen für den Klimaschutz besonders bedeutsam sind (Kriterium Effektivität). Zweitens weisen die Instrumente eine hohe Effizienz auf, das heißt sie lassen vergleichsweise geringe gesamtwirtschaftliche Kosten (Emissionsvermeidungskosten und Transaktionskosten für den Staat und die betroffenen Akteure) erwarten, um das Emissionsminderungsziel zu erreichen (Kriterium Effizienz).⁷⁵ Drittens sind die vorgeschlagenen Instrumente in der Regel auch aus anderen Gründen besonders vorteilhaft, etwa weil sie sich durch eine relativ unproblematische Vollziehbarkeit, eine relativ hohe gesellschaftliche Akzeptanz oder eine hohe Anreizwirkung für Klimaschutzinnovationen auszeichnen (Kriterium weitere Vorteile). Die Wahl der Instrumente erfolgt nach dem aktuellen Stand der Forschung und wissenschaftlichen Diskussionen und berücksichtigt auch die historischen Gegebenheiten und politischen Rahmenbedingungen.

Um das 40%-Ziel zu erreichen, sind sowohl ordnungs- und planungsrechtliche als auch ökonomische und informatorische Instrumente erforderlich. Vor diesem Hintergrund schlägt das UBA einen Instrumentenmix vor, der sowohl sektorübergreifend – wie die Energiebesteuerung – als auch sektorspezifisch ansetzt. Wir beschreiben in diesem Bericht nur die wichtigsten, aus Sicht des UBA notwendigen, spezifisch für den Klimaschutz in Deutschland auszulegenden Instrumente. Daneben gibt es weitere, die ihren wichtigen zusätzlichen Beitrag zum Klimaschutz leisten können, indem

⁷⁵ Das Kriterium geringer Vermeidungskosten pro verminderte Tonne CO₂ berücksichtigt das UBA auch bei der Auswahl der Maßnahmen.

sie übergreifende klimapolitische Fehlsteuerungen vermeiden oder vermindern. Dazu gehören beispielsweise der Abbau klimaschädlicher Subventionen oder die klimaschutzorientierte Beschaffung der öffentlichen Hand.

Teilweise ergänzen sich die Instrumente und überlagern sich in ihren Wirkungen auf einzelne Sektoren. Aus diesem Grund lassen sich die resultierenden CO₂-Emissionsminderungen in den jeweiligen Sektoren nur selten einem singulären Instrument oder auch nur Instrumententyp zuordnen. Es ist oftmals auch aus anderen Gründen methodisch schwierig, den absoluten CO₂-Emissionsminderungsbeitrag eines einzelnen Klimaschutzinstruments zu quantifizieren, etwa weil die Wirkung von den singulären, zukünftigen ökonomischen Rahmenbedingungen, wie der Entwicklung der verschiedenen Primärenergiepreise, abhängt. Deshalb verweisen wir für die von uns vorgeschlagenen notwendigen Instrumente des Klimaschutzes auf die erzielbaren CO₂-Emissionsminderungen durch die auszulösenden Maßnahmen (vgl. Kapitel 5).

Energiewirtschaft

Die Energiewirtschaft soll nach dem UBA-Szenario mit 115 Mio. t CO₂ den größten Beitrag zur Emissionsminderung leisten. Die wichtigsten Maßnahmen in diesem Sektor sind der Brennstoffwechsel und Wirkungsgradsteigerungen mit zusammen 27 Mio. t CO₂, der Einsatz erneuerbarer Energien mit 39 Mio. t CO₂ und die Stromeinsparungen mit 36 Mio. t CO₂. Der Emissionshandel ist das Instrument, um den Brennstoffwechsel und die Wirkungsgradsteigerungen zu erreichen. Der Ausbau der erneuerbaren Energien in der Stromerzeugung sollte auch weiterhin mit dem erfolgreichen Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) erfolgen. Da die Stromeinsparungen insbesondere von den Sektoren Haushalte und Industrie zu erbringen sind, beschreiben wir mögliche Instrumente in den zugehörigen Kapiteln.

Emissionshandel

Der EU-Emissionshandel wird für die Sektoren Energiewirtschaft und Industrie ein wichtiges Instrument zur Durchsetzung der erforderlichen Emissionsminderungen bis 2020 und darüber hinaus sein. Der Emissionshandel bewirkt, dass die Vermeidung von CO₂-Emissionen dort realisiert wird, wo die Vermeidungskosten am niedrigsten sind. Die Marktlogik veranlasst die Akteure, diese Vermeidungspotenziale aufzuspü-

ren, ohne dass für die jeweilige Maßnahme selbst staatliche Vorgaben notwendig wären. Die feste Obergrenze an Emissionsberechtigungen sorgt dafür, dass das Emissionsminderungsziel in jedem Fall erreicht wird und die Handelbarkeit der Zertifikate bewirkt, dass die Emissionsminderungen dort erfolgen, wo sie die niedrigsten Vermeidungskosten verursachen.⁷⁶

Um, wie im UBA-Szenario vorgeschlagen, den Großteil der Emissionsminderungen in den Sektoren Energiewirtschaft und Industrie zu erreichen, sollte Deutschland das Budget an Emissionsberechtigungen (Cap) bis 2020 deutlich reduzieren. Die sektorale Aufteilung der Emissionsminderungen im UBA-Szenario bedeutet für die vierte Handelsperiode 2018 - 2022 ein Senken des Budgets an Emissionsberechtigungen auf 330 - 350 Mio. Emissionsberechtigungen pro Jahr⁷⁷. Eine gleichmäßige Senkung über die Handelsperioden 2008 - 2012, 2013 - 2017 und 2018 - 2022 würde dabei Schritte von 48 - 55 Mio. t CO₂ notwendig machen, je nachdem, welches Cap konkret angestrebt wird. Das Cap im Nationalen Allokationsplan für die zweite Handelsperiode 2008 - 2012 (NAP II) bedeutet eine Senkung um 32 Mio. t CO₂ gegenüber den Ist-Werten des Jahres 2005.⁷⁸ Damit ist die vorgesehene Reduzierung des Budgets der zweiten Handelsperiode kleiner als eine gleichmäßige Senkung erfordert. Das Budget an Emissionsberechtigungen muss demzufolge am Übergang von der zweiten Handelsperiode 2008 - 2012 in die dritte Handelsperiode 2013 - 2017 deutlich stärker verknüpft werden als beim Übergang von der ersten Handelsperiode 2005 - 2007 in die zweite Handelsperiode 2008 - 2012.

⁷⁶ Für eine „Punktlandung“ ist jedoch die vollständige und genaue Erfassung aller Emissionen im Rahmen der Emissionsberichterstattung Voraussetzung. Risiken bestehen hier gegenwärtig insbesondere wegen der Spielräume, die die EU-Vorgaben den Anlagenbetreibern bei der Ermittlung und Berichterstattung ihrer Emissionen lassen, bei der Wahrnehmung der Zuständigkeiten der Länder sowie bei der Überprüfung der Berichte durch private, vom Betreiber beauftragte, öffentlich zugelassene sachverständige Stellen. Diese Unsicherheiten sind zu beheben, um die Zielgenauigkeit des Emissionshandels noch weiter zu verbessern.

⁷⁷ Dieses Budget leitet sich aus der Zielvorstellung für die Sektoren Energie und Industrie (319 Mio. Emissionsberechtigungen pro Jahr für die energiebedingten CO₂-Emissionen) ab. Hierzu sind nochmals ungefähr 80 Mio. t Emissionsberechtigungen für prozessbedingte Emissionen zu addieren, die sich nur wenig im Vergleich 2005 verringern dürften. Innerhalb der Sektoren Energie und Industrie befinden sich auch nicht-emissionshandelspflichtige Anlagen, die 2005 54 Mio. t CO₂ emittierten (unter Berücksichtigung der Aufnahme von Anlagen mit etwa 11 Mio. t CO₂ in den Emissionshandel). Die angegebene Spannweite für das Budget des Emissionshandelssektors ergibt sich aus den Emissionsminderungen, die vom Nicht-Emissionshandelsteilsektor der Sektoren Energie und Industrie erwartet werden.

⁷⁸ bei Herausrechnung der 11 Mio. t CO₂ aus zusätzlich EH-pflichtigen Anlagen

Das UBA-Szenario setzt auf einen deutlichen Ausbau der mit Gas befeuerten Stromerzeugung.⁷⁹ Ein wichtiger Anreiz für die Entscheidung der Anlagenbetreiber für oder gegen einen bestimmten Brennstoff ist die Ausstattung mit Emissionsberechtigungen.⁸⁰ Die derzeit im NAP II vorgesehenen Zuteilungsregeln sehen für moderne Gas- und Steinkohlekraftwerke eine kostenlose Zuteilung von Emissionsberechtigungen auf der Basis eines an der bestverfügbaren Technik orientierten und nach dem Brennstoff differenzierten Benchmarks vor. Dieser Wechsel der Zuteilungsmethode für energiewirtschaftliche Anlagen von der kostenlosen Zuteilung von Emissionsberechtigungen auf der Basis von historischen Emissionen einer Referenzperiode (Grandfathering) zur Zuteilung gemäß eines Benchmarksystems ist als Verbesserung des Emissionshandelsmechanismus zu bewerten, da damit Anreize zur Steigerung der Energieeffizienz gesetzt werden. Gleichwohl sind die Anreizeffekte bei dem vorgesehenen Benchmark-System mit Brennstoffdifferenzierung gegenüber einem rein produktbezogenen Benchmark-System deutlich schwächer. Die Entscheidung der Investoren für neue Kohlekraftwerke hängt stark von den Erwartungen ab, die durch die Diskussionen um die künftige Ausgestaltung des Emissionshandels wie etwa den möglichen Anteil am Budget, der zukünftig auktioniert werden könnte, geprägt sein dürften. Die Beibehaltung eines eigenen Benchmarks für Kohlekraftwerke könnte – auch angesichts des anhaltend relativ hohen Preises für Erdgas – jedoch in vielen Fällen weiter den Ausschlag zur Investition in Kohlekraftwerke geben. Für diesen Fall ist bei erfolgreicher Umsetzung der angestrebten Budgetsenkungen mit einem notwendigen Zukauf von Emissionsberechtigungen zu rechnen. Dadurch wäre mit einem Zustrom von Emissionszertifikaten nach Deutschland zu rechnen⁸¹.

⁷⁹ Dies bedeutet allerdings keine Zunahme des Erdgasbedarfs Deutschlands, wenn gleichzeitig die in Kapitel 4 beschriebenen Maßnahmen zur Energieeinsparung in Haushalten und GHD umgesetzt werden. Vgl. Exkurs: Ausbau der Stromerzeugung aus Erdgas und Versorgungssicherheit

⁸⁰ Der Emissionshandel macht keine Vorgaben, welchen Brennstoff Anlagenbetreiber in ihren Neuanlagen einsetzen müssen. Anstatt einer Investition in Gaskraftwerke können Anlagenbetreiber auch entscheiden, einen emissionsintensiveren Brennstoff einzusetzen und eventuell fehlende Emissionsberechtigungen am Markt für Emissionszertifikate einzukaufen.

⁸¹ Der Erfolg dieser betriebswirtschaftlich nahe liegenden Strategie hängt jedoch von der Verfügbarkeit preislich – im Vergleich zu den Handlungsalternativen des jeweiligen Kraftwerkbetreibers - günstiger Emissionsberechtigungen auf dem europäischen Markt ab. Eine im Sinne des europäischen Klimaschutzziels (20 - 30 % THG-Emissionsminderung bis 2020) konsequente Verknappung der Budgets aller europäischen Mitgliedstaaten dürfte – unter sonst gleich bleibenden Umständen – zu steigenden Preisen für Emissionsberechtigungen führen. Im Ergebnis könnte sich dadurch insbesondere die Investition in mit Braunkohle befeuerte Neuanlagen bereits mittelfristig als unwirtschaftlich darstellen.

Die Senkung des Emissionshandelsbudgets auf 453 Mio. t CO₂ pro Jahr ist ein Schritt auf dem Weg zum 40 %-Minderungsziel. Allerdings setzt das Minderungsziel noch höhere Senkungen beim Übergang von der zweiten in die dritte und von der dritten in die vierte Handelsperiode voraus. Die erforderlichen Anstrengungen im Emissionshandelsbereich, die sich durch das 40 %-Ziel ergeben, werden demzufolge weiterhin mindestens genauso anspruchsvoll ausfallen müssen wie jetzt.

Erneuerbare-Energien-Gesetz

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) beruht auf dem Prinzip einer zugesicherten Vergütung des eingespeisten Stroms ohne Mengenbegrenzung (Festpreisvergütung). Die Festpreisvergütung hat sich europaweit gegenüber den anderen in europäischen Mitgliedstaaten genutzten Instrumenten bei der Förderung der erneuerbaren Energien im Strommarkt – vor allem gegenüber einer Quotenregelung mit Zertifikatehandel – bewährt und weitgehend durchgesetzt.⁸² Das EEG sieht die Förderung aller Sparten der EE vor und legt Vergütungen auch für technische Varianten (Größe, Standort und anderes mehr) fest. Die Wahl der Vergütungshöhe und -dauer (zumeist 20 Jahre) erfolgt in der Form, dass die Stromgestehungskosten gedeckt sind und der Anlagenbetreiber eine hinreichende Kapitalrendite erwirtschaften kann. Die Vergütungssätze für die jeweils neu installierten Anlagen unterliegen einer jährlichen Degression, so dass ökonomische Anreize entstehen, kostensenkende technische Fortschritte zu realisieren. Diese Degression beträgt zum Beispiel bei der Windenergie 2 % pro Jahr, bei der Photovoltaik 5 % pro Jahr.⁸³

Hohe Effektivität und Effizienz erreicht das Instrument mit einer sorgfältigen technischen Differenzierung, der Höhe und der Dauer der Vergütungszahlung sowie der Höhe der Degression. Mitnahmeeffekte werden damit weitgehend vermieden. Mit der regelmäßigen Überprüfung des EEG durch den Deutschen Bundestag (§ 20 EEG Erfahrungsbericht) ist dies dauerhaft sichergestellt. Die garantierten Einspeisevergütungen sorgen für eine hohe Investitionssicherheit, so dass die Kapitalgeber tenden-

Das Abweichen von dem im UBA- Szenario unterlegten Ausbaupfad könnte sich dann sowohl betriebswirtschaftlich als auch volkswirtschaftlich als Fehlinvestition erweisen.

⁸² UBA 2006b, S. 8

⁸³ BMU 2007b, ohne Seitenangabe

ziell nur geringe Risikoprämien für das eingesetzte Kapital ansetzen. Das EEG verfügt zudem über ein sehr kostengünstiges Verfahren, welches kaum Transaktionskosten hervorruft. Bei den Elektrizitätsversorgungsunternehmen fallen lediglich Zusatzkosten für die EEG-Umlage an. Schließlich führt der einfache Aufbau der Regelung als privatrechtliche Beziehung zwischen Anlagen- und Netzbetreiber ohne staatliche Eingriffe zu einer einfacheren Vollziehbarkeit.

Das EEG hat wesentlich dazu beigetragen, dass Windenergienutzung, Photovoltaik und die moderne Biomassenutzung, oft auch als die „neuen“ erneuerbaren Energien bezeichnet, im Stromsektor seit dem Jahr 1998 um den Faktor sechs gewachsen sind. Das hat nicht nur die betroffenen Branchen und ihre Zulieferer beflügelt – in Deutschland gab es im Jahr 2006 etwa 214.000 Arbeitsplätze in der Branche der erneuerbaren Energien⁸⁴ – Deutschland hat vor allem bei Windenergienutzung und Photovoltaik weltweit eine Spitzenposition auch im Export erreicht.⁸⁵

Im Vergleich zum EEG weist ein Quotenmodell zahlreiche Nachteile auf⁸⁶:

- Ohne garantierte Mindestvergütung wäre das Investitionsrisiko für die Kapitalgeber höher. Infolgedessen könnten sie im Quotenmodell höhere Risikoaufschläge auf die Verzinsung des eingesetzten Kapitals verlangen, was den Ausbau der EE verteuern würde. In der Folge würden einige Projekte, vor allem von Kleinerzeugern, unterbleiben.
- Betreibern bereits abgeschriebener oder an günstigen Standorten arbeitender Anlagen würden erhebliche windfall profits zufallen, was nicht wünschenswert ist.
- Wegen der einheitlichen Zielquote erschlosse das Quotenmodell die Innovationspotenziale bei EE nur unzureichend, neue Techniken würden nicht genug gefördert. Die dynamische Effizienz der Förderung wäre gering und damit stiegen tendenziell die Kosten, um das langfristige Klimaschutzziel zu erreichen.

⁸⁴ BMU 2007d, S. 6

⁸⁵ BMU 2006c, S. 35

⁸⁶ UBA 2005c, S. 2

Vor diesem Hintergrund besteht kein Anlass, einen Systemwechsel zu vollziehen, wie etwa das EEG durch ein Quotenmodell zu ersetzen. Denn dies würde den Ausbau der EE voraussichtlich deutlich verlangsamen.⁸⁷

Neben der regelmäßigen Überprüfung des EEG im Rahmen des Erfahrungsberichtes sind Weiterentwicklungen des allgemeinen Energierechts notwendig. Die Wirtschaftlichkeitsschwelle wird zum Beispiel bei der Windenergie bereits heute im Spitzenlastbereich häufig erreicht. Ab Mitte des nächsten Jahrzehnts dürften beispielsweise die Produktionskosten der Windenergienutzung die Marktpreise für Strom zunehmend unterschreiten. Damit ist ein Verzicht auf das EEG und der Übergang in den Markt jedoch nicht unmittelbar möglich, da die technischen Bedingungen des Stromnetzes sowie die Marktbedingungen für alternative Anbieter vor allem für Nutzer dezentraler oder fluktuierender Quellen nicht förderlich sind. Das heutige Elektrizitätssystem ist auf Großkraftwerke im Höchstspannungsübertragungsnetz ausgerichtet und sieht daher den Stromfluss nur in einer Richtung – nämlich zum untergeordneten Verteilnetz und zum Konsumenten gerichtet – vor. Es ist durch eine Weiterentwicklung des Energierechts, der Abrechnungssysteme und der Kommunikationsstrukturen zu einem System umzugestalten, das auf dezentrale Erzeugung und flexibel steuerbaren Stromfluss ausgerichtet ist, und in das nicht nur die Stromerzeugungsanlagen, sondern auch ein Speicher- und Lastmanagement⁸⁸ eingebunden sind (virtuelles Kraftwerk). Der deutschen und europäischen Stromwirtschaft stünde eine weitgehende Neuausrichtung bevor, die sowohl die Gesetzgebung als auch die Wirtschaft tragen müsste.

Industrie

Eine wichtige Maßnahme im Sektor Industrie ist die CO₂-Emissionsminderung in der industriellen Stromerzeugung mit insgesamt 12 Mio. t CO₂. Diese Emissionsminde-

⁸⁷ Darauf deuten auch die Erfahrungen mit eingeführten Quotensystemen in UK, Italien oder Schweden im Vergleich zu den Festpreisvergütungen in Deutschland, Österreich oder Spanien hin. Vgl. UBA 2006b, S. 36.

⁸⁸ Heute verfügbare Speicher sind im Wesentlichen Pumpspeicherkraftwerke, als zukünftige Techniken werden u. a. Kondensatoren und Schwungradspeicher diskutiert. Lastmanagement wird heute bereits eingesetzt. Vor allem große Verbraucher werden dabei vom Netz genommen, um temporär hohe Last oder geringe Erzeugung zu kompensieren und umgekehrt. Die Möglichkeiten für ein flexibles Management und eine entsprechende Preisgestaltung sind bei den heutigen Rahmenbedingungen der technischen Steuerung und des Stromhandels nur eingeschränkt möglich.

rung bewirken die beiden – im Abschnitt „Energiewirtschaft“ – beschriebenen Instrumenten EEG und Emissionshandel, zum Teil auch die Instrumente zur Stromeinsparung, die im Abschnitt Haushalte dargestellt sind, wie etwa der Energieeffizienzfonds. Die Einsparung von Wärme und die Bereitstellung emissionsfreier Wärme durch erneuerbare Energieträger sollen 13 Mio. t CO₂-Emissionsminderung beitragen. Die Kraft-Wärme-Kopplung soll Einsparungen von 5 Mio. t CO₂ erbringen.

Emissionshandel

Die Industrie ist mit zahlreichen Anlagen in den EU-Emissionshandel eingebunden und wird dadurch – ebenso wie die Energiewirtschaft – von der Senkung des Budgets an Emissionsberechtigungen betroffen sein. Bezüglich der energiebedingten Emissionen der Industrie gelten ähnliche Bedingungen und Anreizwirkungen zur Emissionsreduktion, wie sie im Kapitel Energiewirtschaft beschrieben sind. Der NAP II sieht für Industrieanlagen allerdings die Beibehaltung der Zuteilungsmethode nach historischen Emissionen vor. Insofern sind für diese Anlagen die Anreize deutlich schwächer ausgeprägt.

Die prozessbedingten Emissionen aus Industrieprozessen, etwa bei der Zement- oder Stahlherstellung, betrachtet das UBA-Szenario nicht⁸⁹. Das UBA geht davon aus, dass sich diese prozessbedingten Emissionen durch technische Effizienzmaßnahmen nicht in gleichem Maße verringern lassen wie die energiebedingten.

Eine Möglichkeit zur CO₂-Emissionsminderung sind aber Produktionsverringerungen, beispielsweise durch eine höhere Ressourceneffizienz, z. B. den geringeren Einsatz von Metallen im Hochbau. Im Ergebnis kann durch die Emissionsminderung bei den prozessbedingten Emissionen ein zusätzlicher – hier nicht quantifizierter – Klimaschutzbeitrag erbracht werden.

⁸⁹ Der Emissionshandel setzt jedoch auch Anreize zur Senkung der prozessbedingten Emissionen: Er unterscheidet bei der Behandlung der Emissionen nicht zwischen energie- und prozessbedingten Emissionen, in beiden Fällen muss der Betreiber Emissionsberechtigungen in Höhe seiner jährlichen Ist-Emissionen abgeben. Sofern die Emissionsberechtigungen weitgehend unentgeltlich zugeteilt werden, besteht allerdings die Möglichkeit der sektoralen Differenzierung bei der Zuteilung (Anwendung unterschiedlicher Erfüllungsfaktoren), wie sie im NAP II verfolgt wird. Auch bei prozessbedingten Emissionen gilt, dass sich die Reduzierung der Emissionen für den Anlagenbetreiber lohnt, soweit die Kosten der Minderung unter dem Preis für die nicht benötigten Emissionsberechtigungen liegen.

Energiebesteuerung

Wegen der vielfältigen industriellen Produktionsanlagen und Energieverbraucher, die nicht dem Emissionshandel unterliegen, bedarf es im Industriesektor zur CO₂-Emissionsminderung weiterhin einer breit angelegten Besteuerung der Primärenergieträger und des Stroms.⁹⁰

Grundsätzlich sollten die Regelsätze der Energiebesteuerung in allen Sektoren gleichermaßen gelten. Die Ermäßigung der Energiesteuersätze für das Produzierende Gewerbe auf 60 % und der Spitzenausgleich verhindern bisher durchgreifende Anreize für die effiziente Energienutzung⁹¹. Nach Auffassung des UBA sollte die Bundesregierung Energiesteuervergünstigungen (für nicht vom Emissionshandel erfasste Anlagen) grundsätzlich nur noch jenen Unternehmen gewähren, die als direkte Gegenleistung ein zertifiziertes Energiemanagementsystem einführen und zumindest jene Energiesparmaßnahmen implementieren, die sich aus einzelwirtschaftlicher Sicht lohnen und in angemessener Zeit amortisieren. Weitere Ermäßigungen der Energie- und Strombesteuerung sollte es nur für solche energieintensiven Betriebe geben, die die energiesteuerbedingten Mehrkosten durch hohen internationalen Wettbewerbsdruck nicht überwälzen können. Pauschale Entlastungen für mineralogische, chemische und metallurgische Produktionsverfahren sind zu streichen. Die 2006 für das Heizen eingeführte Kohlesteuer ist schrittweise auf 1,98 Euro (€) pro Gigajoule (GJ) (0,715 Cent/kWh) anzuheben, damit sie ein dem Heizöl vergleichbares Niveau⁹² erreicht.

Förderung der Wärme aus erneuerbaren Energien

Mit den heutigen Instrumenten zur Förderung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt wird im Jahr 2020 ein Anteil von 12 % (d. h. eine Verdopplung) erneuerbarer Energien an der Wärmebereitstellung voraussichtlich nicht erreicht.⁹³ Daher sollte die

⁹⁰ Zur Frage der Energiesteuern vgl. auch die Abschnitte „Haushalte und GHD“ sowie „Verkehr“

⁹¹ Die Steuermindereinnahmen bei der Stromsteuer (Ermäßigung auf 60 % für das produzierende Gewerbe) betragen im Jahr 2005 geschätzte 1,85 Mrd. Euro. Die Steuermindereinnahmen bei Heizstoffen beliefen sich im Jahr 2005 auf 0,342 Mrd. Die Steuermindereinnahmen wegen des Spitzenausgleiches beliefen sich im Jahr 2005 auf 1,9 Mrd. Euro. Quelle: Bundesregierung 2006a, S. 1-2

⁹² Gemessen am Energiegehalt und der CO₂-Emissionsrelevanz, die zu je 50 % in die Umrechnung der Steuersätze eingehen.

⁹³ Vgl. BMU 2006a, S. 27

Bundesregierung weitere Instrumente zur Förderung des Einsatzes erneuerbarer Energieträger zur Wärmeerzeugung einführen. Das UBA hält folgende Instrumente grundsätzlich für diskussionswürdig:

- Nutzungsmodell⁹⁴ mit Ausgleichsregelung,
- Quoten-Zertifikatesystem für Heizstoffe aus erneuerbaren Energien,
- Bonusmodelle (Abnahme-/Vergütungssysteme) auf der Basis privater Austauschbeziehungen,
- Finanzielle Förderung (Investitionszuschüsse).

Aus Sicht des UBA spricht viel dafür, kleinere Anlagen direkt finanziell und größere Anlagen mit einem Bonusmodell zu fördern. Die Meinungsbildung innerhalb des UBA ist zu diesem Punkt noch nicht abgeschlossen. Insgesamt ist bei neuen Instrumenten darauf zu achten, dass sich diese mit den bestehenden Instrumenten im Wärme- markt ergänzen - vor allem mit der Energieeinsparverordnung (EnEV), dem KWK-G und verschiedenen Förderprogrammen.

Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWK-G)

Das KWK-G hat sich als erfolgreiches Instrument zur Förderung der KWK herausgestellt. Zwischen 2002 und 2006 hat es zur Modernisierung von KWK-Anlagen mit einer Leistung nach der Modernisierung von 3.000 Megawatt (MW_{el}) beigetragen und damit eine zusätzliche KWK-Stromproduktion von 10 TWh/a bewirkt (Effektivität).⁹⁵ Der Verwaltungsaufwand für das Instrument ist nach Einschätzung des UBA gering.⁹⁶ Wegen der möglichen Staffelung der Bonuszahlungen nach Anlagentypus ermöglicht das Instrument darüber hinaus die Förderung innovativer Energiewandlungstechniken.

Um die Verdopplung der Kraft-Wärme-Kopplung zu schaffen, reichen die heutigen Instrumente nicht aus. Zum Beispiel fördert das KWK-G neue Anlagen mit einer elektrischen Leistung größer 2 MW nicht mehr. Das Gesetz ist daher zu modifizieren. Zentral ist dabei die Einbeziehung neuer KWK-Anlagen in den Geltungsbereich des KWK-G – und zwar sowohl Anlagen, die in das öffentliche Netz einspeisen, als auch

⁹⁴ Dieses Modell wird auch als Einsatzpflichtmodell bezeichnet.

⁹⁵ Vgl. BMWi, BMU 2006, S. 7

⁹⁶ Trotz intensiver öffentlicher Debatte über die Fortführung des Instruments liegen dem UBA keine Stellungnahmen vor, die den Verwaltungsaufwand als hoch kritisieren.

Anlagen für den Eigenbedarf zu fördern. Außerdem sollte eine Fristverlängerung für die Modernisierung von Bestandsanlagen bis zum Jahr 2012 gelten.⁹⁷ Ohne Modernisierung sollten Bestandsanlagen keine zusätzliche Förderung erhalten, um Mitnahmeeffekte weitgehend auszuschließen.

Energieeffizienzfonds

Der Energieeffizienzfonds würde eine Vielzahl von Maßnahmen zur Brennstoff- und Stromeinsparung im Sektor Industrie finanzieren wie betriebliche Energienutzungskonzepte. Das UBA stellt die Ausgestaltung des Energieeffizienzfonds im folgenden Abschnitt Haushalte und GHD dar.

Haushalte und GHD

Die wichtigsten Maßnahmen in diesen Sektoren sind Gebäudesanierungen und der Einbau effizienterer Heizungsanlagen mit einer CO₂ Emissionsminderung von insgesamt 31 Mio. t CO₂. Wegen der Vielzahl der Akteure im Gebäudebereich ist es notwendig, unterschiedliche, sich ergänzende Instrumente in einer Kombination zu nutzen. Höhere Energiesteuern lassen mehr Maßnahmen im Bereich der Gebäudesanierung wirtschaftlich werden und verstärken so die Wirkung der Energieeinsparverordnung (EnEV) durch finanzielle Anreize. Staatliche finanzielle Förderung, etwa ein Gebäudesanierungsprogramm, bietet zusätzliche Anreize. Dieser Abschnitt beschreibt die Instrumente Energiebesteuerung, Gebäudesanierungsprogramm und zwei Instrumente für Stromeinsparungen. Die im Abschnitt „Industrie“ beschriebenen Instrumente zur Förderung der KWK und der regenerativen Wärmeerzeugung bewirken auch im Bereich der Haushalte und der GHD CO₂-Emissionsminderungen. Auf eine wiederholte Beschreibung dieser Instrumente verzichten wir an dieser Stelle. Der erhöhte Einsatz von KWK und regenerativer Wärmeerzeugung sowie weitere Maßnahmen, zum Beispiel zur Wärmeeinsparung im GHD-Sektor, kann CO₂-Emissionsminderungen von zusammen 18 Mio. t CO₂ bewirken.

Energiebesteuerung

In den Sektoren Haushalte und GHD fallen die Energiesteuern vornehmlich bei der Wärmeerzeugung und beim Stromverbrauch an.

⁹⁷ Nach 2012 könnte ein modifiziertes Emissionshandelssystem für die notwendigen Anreize sorgen (vgl. Abschnitt „Energiewirtschaft“).

Da die Energiebesteuerung mit geringem Aufwand Millionen Entscheidungen von Verbraucherinnen und Verbrauchern sowie Unternehmen beeinflusst und bei den „diffusen“ CO₂-Quellen von Kleingewerbe, Dienstleistungen und privaten Haushalten finanzielle Anreize zur CO₂-Emissionsminderung setzt, ist sie ein bewährtes, wirksames und unverzichtbares Instrument des Klimaschutzes. Sie erzeugt systematisch Anreize, kostengünstige Emissionsminderungsmaßnahmen zu ergreifen. Denn aus Sicht der Energieverbraucher ist es ökonomisch vorteilhaft, nur solche CO₂-Emissionen zu verringern, deren Grenzkosten der Vermeidung niedriger sind als der Steuersatz. Auch die im Vergleich zu anderen Instrumenten geringen Verwaltungskosten⁹⁸ der Energiebesteuerung tragen zu einer hohen Effizienz dieses Instrumentes bei.

Die Besteuerung der einzelnen Energieträger sollte sich an ihrer relativen Umweltschädlichkeit orientieren und auch den Aspekt der Ressourcenschonung berücksichtigen, um die Lenkungseffizienz der Energiebesteuerung sowie ihre Akzeptanz in der Öffentlichkeit zu erhöhen. Vor diesem Hintergrund sollten sich die Relationen der Steuersätze für alle Energieträger zu 50 % nach dem Energiegehalt und zu 50 % nach der Treibhausgasemissionsrelevanz richten.

Auf lange Sicht ist die Höhe der Energiesteuersätze schrittweise so zu justieren, dass sie zusammen mit den anderen Klimaschutzinstrumenten die mit dem Kohlendioxidausstoß verbundenen externen Kosten vollständig internalisieren. Auf der Grundlage aktueller Literaturlauswertungen⁹⁹ empfiehlt das Umweltbundesamt als beste Schätzung der externen Kosten den Wert 70 Euro pro Tonne CO₂ zu verwenden.¹⁰⁰ Bezogen auf diesen Wert betragen die externen Kosten der Stromerzeugung

⁹⁸ Die Verwaltungskosten der Ökosteuer betragen im Jahr 2002 nur 0,13 % ihres Aufkommens, was im Vergleich zu anderen Steuerarten wie Körperschaft- (5 %) oder Einkommensteuer (2,2 %) sehr wenig ist. Vgl. Deutscher Bundestag 2002, 14. Wahlperiode, Drucksache 14/9993 S. 31.

⁹⁹ Krewitt u. a. 2006, S. 1

¹⁰⁰ Dieser Wert für die externen Schadenskosten kann sich in der Zukunft durch neue Erkenntnisse zu den Klimafolgeschäden und deren Bewertung ändern.

nach Berechnungen des Umweltbundesamtes im Durchschnitt derzeit knapp 6 Cent/kWh (ohne Einbeziehung der Kernkraft).¹⁰¹

Darüber hinaus sind Energiesteuervergünstigungen zu streichen, welche die ökonomischen Anreize zur CO₂-Emissionsminderung senken. Die im Jahr 2006 eingeführte Kohlesteuer sollte für das Heizen in Privathaushalten nicht bis Ende 2010 ausgesetzt bleiben, sondern ist möglichst bald auch dort einzuführen und für alle Sektoren schrittweise auf ein der Heizölbesteuerung vergleichbares Niveau von 1,98 €/GJ (0,715 Cent/kWh) anzuheben.¹⁰²

Energieeinsparverordnung und CO₂-Gebäudesanierungsprogramm

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) gibt Höchstwerte für den Energiebedarf für neue Gebäude vor. Um auch das CO₂-Minderungspotenzial im Wohnungsbestand erschließen zu können, bedarf es einer Novellierung der EnEV und ihrer Grundlage, dem Energieeinsparungsgesetz (EnEG). Dabei ist es notwendig, die in der EnEV festgelegten Energieverbrauchsstandards zu verschärfen und in stärkerem Maße auch für den Gebäudebestand anwendbar zu erklären. Um wirksame Nachrüstverpflichtungen für den Bestand einzuführen, wäre im EnEG vor allem das Kriterium der „angemessenen Fristen“ für die Erwirtschaftung von Einsparungen im Gebäudebestand zu erweitern. Hierfür wäre auch eine Erhöhung der Energiebesteuerung für Heizstoffe hilfreich, weil dadurch das oben genannte Wirtschaftlichkeitserfordernis eher gegeben ist.

Allerdings wird eine Novellierung der EnEV ihre vollständige Wirkung nicht bis 2020 entfalten können, weil sich bereits der Vollzug der derzeit geltenden EnEV teilweise problematisch gestaltet, was sich daran zeigt, dass nur ein Teil der stattfindenden Sanierungen auch die energetische Sanierung beinhaltet. Die konsequente Durchsetzung einer novellierten EnEV wäre personalaufwändig, also mit finanziellen Belastungen der für den Vollzug zuständigen Länder verbunden. Selbst bei optimalem Vollzug einer novellierten EnEV ist nicht davon auszugehen, dass das Ziel erreicht

¹⁰¹ Dabei variieren die Kosten sehr stark von weniger als 1 Cent/kWh bei erneuerbaren Energieträgern bis knapp 9 Cent/kWh bei Stromerzeugung aus Braunkohle.

¹⁰² Bezogen auf den gegenwärtigen Heizölsteuersatz von 6,135 Cent/Liter und umgerechnet nach Energiegehalt und der CO₂-Emissionsrelevanz, die zu je 50 % in die Umrechnung der Steuersätze eingehen.

wird, weil der Gesetzgeber mit der Einführung verbindlicher Sanierungsverpflichtungen wohl längere Übergangsfristen gewähren müsste. Deshalb ist eine umfangreiche finanzielle Aufstockung des seit 1999 erfolgreich laufenden CO₂-Gebäudesanierungsprogramms erforderlich, um kurz- bis mittelfristig Wirkungen erzielen zu können. Dieses Förderinstrument eignet sich zudem, die erforderlichen Übergangsfristen für Pflichten aus der EnEV abzukürzen.

Die Bundesregierung sollte daher zusätzlich zur Verschärfung der Anforderungen der EnEV das CO₂-Gebäudesanierungsprogramm¹⁰³ so weiterführen und ergänzen, dass die jährliche Sanierungsrate möglichst bald auf 2,0 % steigt¹⁰⁴. Ein Instrument zur Förderung erneuerbarer Wärmeerzeugung ist, wie im Abschnitt „Industrie“ beschrieben, einzuführen.

Bislang wurden in Deutschland die Bemühungen zur Energieeinsparung in Wohngebäuden durch die Ausweitung des Wohnflächenkonsums kompensiert. Um diesen Trend nicht weiter zu begünstigen, sollte die Bundesregierung die genannten Instrumente mit dem Abbau der Subventionen im Wohnungswesen flankieren. Abzuschaffen sind die Wohnungsbauprämie und die Arbeitnehmersparzulage für Bausparverträge, zu überprüfen sind die Subventionen zur Förderung der Wirtschafts- und Regionalstruktur. Auch sollten keine neuen, undifferenzierten Subventionen für Wohnungsneubau entstehen, zum Beispiel in Form einer pauschalen Förderung selbstgenutzten Wohneigentums im Zuge der „Riester-Rente“.¹⁰⁵

Eine Umgestaltung der Grunderwerbsteuer durch Entlastung des Handels mit Bestandsgebäuden und Belastung des Handels mit neuen Siedlungsflächen (beispiels-

¹⁰³ Die Erweiterung des Programmes zum 1.1.2007 zeigt in die richtige Richtung: Wer bei der Gebäudesanierung die Anforderungen an Neubauten nach EnEV um mehr als 30 % unterschreitet, erhält einen einmaligen Tilgungszuschuss von 12,5 % auf das Kreditvolumen.

¹⁰⁴ Das derzeitige Förderbudget beträgt 1,5 Mrd. €/a und muss wahrscheinlich weiter steigen. Eine Quantifizierung ist noch nicht möglich, da zuerst die Wirkung der momentanen Erhöhung abzuwarten ist. Denn eine Auswertung der Wirkungen der Erhöhung des Förderbudgets auf 1,5 Mrd. Euro im Jahr 2006 gegenüber unter 400 Mio. Euro im Jahr 2005 ist noch nicht abschließend möglich.

¹⁰⁵ Gerade Wohneigentum führt erfahrungsgemäß zum Verharren angehender Seniorenhaushalte in der Familienwohnung nachdem die Kinder ausgezogen sind. Dies mündet in einem hohen Pro-Kopf-Wohnflächenkonsum betagter Ein- und Zwei-Personenhaushalte, während gleichzeitig junge Familien unter Umständen zusätzliche Wohnungen bauen müssen. Dadurch entsteht neue Wohnfläche, die im Winter geheizt und im Sommer ggf. gekühlt werden muss. Zielführender wäre die Förderung des Umzugs von Senioren in kleinere Wohnungen in Lagen mit guter Infrastruktur.

weise Neubesiedelungsteuer, Neuversiegelungsteuer, Erschließungsumlage) ist aus zwei Gründen notwendig: zum ersten um den Handel mit Bestandsgebäuden von Transferkosten zu entlasten, so dass bestehende Gebäude einfacher einer effizienteren Nutzung zuführbar wären. Falls zum Beispiel angehende Senioren ihr Einfamilienhaus verkaufen, um eine kleinere Wohnung im Ortszentrum zu beziehen, sollten sie dies möglichst verlustfrei zum Marktpreis tun können. Zum zweiten um die Ausweitung der Siedlungen – samt der dafür erforderlichen Infrastruktur – zu bremsen und stattdessen die Wiedernutzung von Siedlungsbrachen und bestehenden Gebäuden zu begünstigen.¹⁰⁶

Finanzhilfen für Wohnungseigentümer zur Unterstützung der energetischen Sanierung bestehender Gebäude (und gegebenenfalls auch eines besonders hohen energetischen Standards der Neubauten in den verbleibenden Wachstumsregionen mit dringendem Neubaubedarf), insbesondere das oben genannte CO₂-Gebäudesanierungsprogramm, sollten unabhängig vom Eigentümerwechsel von Gebäuden oder Grundstücken gewährt werden.

Effizienzwettlauf und Effizienzfonds

In der Diskussion um die Steigerung der Stromeffizienz spielen niedrige Werte der Leistungsaufnahme der Geräte sowie aufklärende Verbraucherkampagnen eine große Rolle. Die Einflüsse auf den Stromverbrauch der Geräte sind vielfältig.¹⁰⁷

So wie beim Zustandekommen des Stromverbrauchs viele Einflussgrößen zusammenwirken, sind auch unterschiedliche Instrumente miteinander zu verzahnen. Als

¹⁰⁶ Hinsichtlich weiterer Instrumente zur zielgenauen Förderung einer ressourceneffizienten und sozialverträglichen Nutzung von Siedlungsbrachen und bereits bestehendem Wohnraum besteht noch Forschungsbedarf. Das Umweltbundesamt hat dazu im UFO-Plan 2007 das Forschungsprojekt „Chancen der Nutzungspotenziale auf Stadtbrachen und künftige Wohnungsnachfrage, FKZ 3707 14 102“ eingestellt.

¹⁰⁷ Deshalb genügt es erstens nicht, nur eine niedrige Leistungsaufnahme („Wattwerte“) anzustreben. Diese sind Augenblickswerte, die unter Laborbedingungen ermittelt werden. In der Praxis der Geräte- nutzung kommen weitere Einflüsse wie das Nutzerverhalten hinzu. Um den sich ergebenden Stromverbrauch niedrig zu halten, müssen deshalb neben der Leistungsaufnahme in einzelnen Betriebszuständen auch andere Geräteeigenschaften beeinflusst werden. Zweitens bestimmt auch nicht allein die Motivation des Nutzers dessen Verhalten; auch Geräteeigenschaften und andere Dingen haben einen Einfluss. Außerdem können Kampagnen immer nur einen kleinen Teil der Bevölkerung erreichen und einen noch kleineren Teil motivieren. Selbst wenn es anders wäre: Die Verbraucher können nicht das ausgleichen, was bei der Technik versäumt wurde; es ist auch nicht ihre Aufgabe.

hierfür wesentliche Instrumente schlägt das UBA einen Effizienzwettlauf¹⁰⁸ und einen Effizienzfonds¹⁰⁹ vor:

Der **Effizienzwettlauf** ist eine Kombination aus der Vorgabe von Effizienzstandards und einer Pflichtkennzeichnung, die beide regelmäßig an die Entwicklung der Technik anzupassen sind. Er ist eine Weiterentwicklung der Instrumente „Verbrauchszielwerte“ aus der Schweiz und des japanischen „Top-Runner“-Programms.

Der Effizienzwettlauf ist mit ordnungsrechtlichen Instrumenten zu realisieren.¹¹⁰ Im Vergleich zu Verbraucherkampagnen ist der Effizienzwettlauf mit der Vorgabe ordnungsrechtlicher Effizienzstandards deutlich einfacher zu verwirklichen, da er sich zum Beispiel deutschlandweit nicht an 38 Millionen Haushalte, sondern „38 Fernsehgerätehersteller“ wendet. Eine durchgängige Produktkennzeichnung ist ebenfalls über das Ordnungsrecht effektiv einzuführen.

Auf EG-Ebene¹¹¹ kann der Gesetzgeber den Effizienzwettlauf grundsätzlich als Durchführungsmaßnahmen zur Ökodesign-Richtlinie erlassen. Deshalb sollte Deutschland auf EG-Ebene darauf hinwirken, dass die Kommission oder der Rat anspruchsvolle Anforderungen für die Stromeffizienzstandards und die Pflichtkennzeichnung festlegt. Auf Ebene der Mitgliedstaaten bestehen dagegen nur sehr eingeschränkte Regelungsbefugnisse.¹¹²

¹⁰⁸ siehe Bericht I 4.4 – 72256-2/0 vom August 2005

¹⁰⁹ siehe Bericht I 4.4 – 72256-3/0 vom Mai 2005

¹¹⁰ Dabei sind für die einzelnen Gerätegruppen mit wirtschaftlichem Stromsparpotenzial Effizienzstandards festzulegen und rechtlich verbindlich zu machen. Die Effizienzstandards sollten sich nach dem durchschnittlichen Stromverbrauch des besten Viertels der betreffenden, auf dem Markt verfügbaren Geräte richten. Bestimmte weitere Geräteeigenschaften, zum Beispiel das Vorhandensein eines Netzschalters, sollten darüber hinaus vorgegeben werden. Jeder Hersteller und Importeur muss nach einer bestimmten Zeit die Standards für seine Geräte einhalten. Verletzungen dieser sind wirksam zu sanktionieren - konkrete Sanktionen hierfür sind noch zu entwickeln.

¹¹¹ Wir wählen den Begriff EG-Ebene, weil sich deren europarechtlichen Grundlagen im EG-Vertrag (Art. 95, Art. 249 EGV) und nicht im EU-Vertrag finden. .

¹¹² siehe Bericht I 2.1 – 90 106-1/23 vom März 2006

Deutschland braucht einen **Energieeffizienzfonds** zur Förderung eines Portfolios verschiedener Energieeffizienz-Aktivitäten¹¹³, weil die Transaktionskosten bei vielen Einsparmaßnahmen aus Sicht der Akteure relativ hoch sind. Ein Energieeffizienzfonds senkt für die Akteure die Transaktionskosten, weil in seinem Rahmen die Maßnahmen zentral koordiniert geschehen und die Betreuung und Beratung der Akteure dezentral erfolgt. Ein Vorschlag des Wuppertal Instituts für die Einrichtung eines Energieeffizienzfonds ist die Ausstattung des Fonds mit einem Finanzvolumen von 5,8 Mrd. € in einem Zeitraum von fünf Jahren vor (hauptsächlich von 2006 - 2010)¹¹⁴. Mit diesem Finanzvolumen ergeben sich Einsparungen von 31,5 TWh Strom pro Jahr und mehr als 35 TWh Gas, Öl, Fernwärme und Kohle pro Jahr. Das UBA empfiehlt, den Energieeffizienzfonds vor allem über den vorgeschlagenen Abbau klimaschädlicher Energiesteuervergünstigungen zu finanzieren.¹¹⁵

Verkehr

Eine wichtige Maßnahme im Bereich des Verkehrs ist die Senkung des spezifischen Verbrauchs mit einem Emissionsminderungsbeitrag von 15 Mio. t CO₂. Die Realisierung einer CO₂-Emissionsminderung im Verkehr erfordert ein Instrumentenbündel - vom Abbau von Subventionen bis zur LKW-Maut. Die wichtigsten Instrumente sind die KfZ-Steuer, die Energiebesteuerung und verbindliche Verbrauchsgrenzwerte. Die Vermeidung von Verkehren und die Verschiebung des Modal-Splits ermöglichen Emissionsminderungsbeiträge von ebenfalls bis zu 15 Mio. t CO₂.

Mineralölsteuer und LKW-Maut

Instrumente zur Verkehrsvermeidung und -verlagerung auf weniger umweltbeanspruchende Verkehrsträger sind bereits eingeführt und haben sich grundsätzlich bewährt, wie die ökologische Steuerreform und die LKW-Maut auf Autobahnen. Sie reichen in ihrer bisherigen Form jedoch nicht aus, um die hohen CO₂-Emissionen des Verkehrs so weit zu senken, dass auch der Verkehrssektor seinen Anteil an den na-

¹¹³ z. B. energetische Gebäudesanierung oder Installation hocheffizienter Umwälzpumpen, Wuppertal Institut 2005, S. 14-22

¹¹⁴ Wuppertal Institut 2005, S.40

¹¹⁵ Allein die allgemeine, 40%ige Energiesteuervergünstigung für das Produzierende Gewerbe und die Land- und Forstwirtschaft sowie der sogenannte Spitzenausgleich für energieintensive Unternehmen des Produzierenden Gewerbes betragen zusammen gut 4 Mrd. Euro jährlich. Vgl. Bundesregierung 2006, S. 1-2

tionalen Verpflichtungen zum Klimaschutz erfüllen kann. Deutschland muss im Verkehrssektor entschieden umsteuern.

Die Lkw-Maut hat in ihrer derzeitigen Ausgestaltung nicht zu nennenswerten Verlagerungen vom Lkw auf die Bahn oder das Binnenschiff geführt. Wie verschiedene Untersuchungen zeigen, war dies auch nicht zu erwarten.¹¹⁶ Um Verkehrsverlagerungen zu erreichen und darüber hinaus einen Anreiz zur besseren Auslastung der Fahrzeuge zu setzen, ist sie auf alle – und nicht nur, wie geschehen, auf ausgewählte – Bundesstraßen auszudehnen und weiter zu erhöhen.

Wie Modellrechnungen im Rahmen der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen zeigen, würde die Ausdehnung der Lkw-Maut auf alle Bundesfernstraßen in Verbindung mit einer Verdopplung der Lkw-Maut auf 25 Cent je gefahrenen Kilometer bis zum Jahr 2020 das Güterverkehrsaufkommen um etwa 2,7 % gegenüber dem Trend verringern und Transporte von der Straße auf die Schiene verlagern. Dabei ist mit CO₂-Emissionsminderungen von rund 3 Mio. Tonnen zu rechnen. Eine solche Maut ist in ihrer Höhe gerechtfertigt, denn damit könnten den Lkw die Infrastrukturkosten des Straßennetzes angelastet werden. Würde man darüber hinaus auch die externen Kosten des Verkehrs anlasten, ließen sich noch höhere Mautsätze rechtfertigen.¹¹⁷

Die Berechnungen zeigen, dass dieses Instrument bei besserer Ausgestaltung sehr effektiv sein kann. Die Lkw-Maut schafft auf einfache Weise Anreize, durch bessere LKW-Auslastung und Verkehrsverlagerung sowie -vermeidung kostengünstig Kohlendioxidemissionen zu verringern. Zudem gewinnt der Bund Einnahmen, die er wiederum für die Verlagerung von Teilen des Güterverkehrs auf Bahn und Schiff einsetzen kann.

Die steuerlichen Anreize zur Erhöhung der Energieeffizienz und zur sparsamen Energieverwendung im Verkehr sind zu erhalten und schrittweise neu zu justieren. Um die Lenkungseffizienz sowie die Akzeptanz in der Öffentlichkeit weiter zu erhöhen, sollte sich die Ökosteuer stärker an klar nachvollziehbaren, umweltbezogenen Krite-

¹¹⁶ Rothengatter, Doll 2001, S. 117-120

¹¹⁷ UBA 2004a, S. 7

rien, wie dem Energiegehalt der Kraftstoffe und der Klimarelevanz der resultierenden Emissionen, ausrichten. Daher sollte die Bundesregierung beispielsweise die Steuersätze von Diesel und Benzin zumindest schrittweise angleichen, zumal Diesel höhere spezifische CO₂-Emissionen als Benzin hat.

Die Entwicklung der Fahrleistung seit der Ökologischen Steuerreform 1999 - 2003 zeigt eine relativ hohe Sensibilität gegenüber hohen Preisen¹¹⁸. Neben einer Stabilisierung und Senkung der Fahrleistung unterstützt die Mineralölsteuer auch die Nachfrage nach verbrauchsarmen Fahrzeugen. Darüber hinaus erfordert das Instrument nur einen sehr geringen Verwaltungsaufwand.

CO₂-abhängige Kfz-Steuer und bindende Emissionsbegrenzung

Eine CO₂-abhängige Kfz-Steuer sollte – so, wie es die Koalitionsvereinbarung für die 16. Legislaturperiode des Deutschen Bundestages vorsieht – eingeführt werden. Sie ist ein effektives Instrument, um die Nachfrage nach sparsamen Fahrzeugen zu steigern. Mehrere europäische Länder sind diesen Weg bereits gegangen. Großbritannien beispielsweise besteuert Dienstfahrzeuge stärker als Privatfahrzeuge. Dies führte dazu, dass der durchschnittliche CO₂-Ausstoß von Dienstfahrzeugen mittlerweile unter dem von Privatfahrzeugen liegt.

Zwar ist der Verwaltungsaufwand für die Erhebung der Kfz-Steuer in Deutschland erheblich, jedoch ist das Instrument in seiner Steuerungswirkung sehr wirkungsvoll. Dies zeigt sich, seit die Schadstoffkomponente in der Steuer enthalten ist, und die Erfahrungen in anderen europäischen Ländern bestätigen diese Erfahrung für die Einbeziehung von Kohlendioxid. Eine Umlegung der Kfz-Steuer auf die Mineralölsteuer würde nicht nur dazu führen, dass ein Steuerungsinstrument für die Luftschadstoffe verloren ginge, vielmehr wäre die resultierende Erhöhung der Mineralölsteuer hinsichtlich der Luftschadstoffe zu unspezifisch.

Parallel zur Einführung einer CO₂-abhängigen Kfz-Steuer sollte die Bundesregierung auf EU-Ebene darauf hinwirken, dass die EU-Kommission bis spätestens Mitte des Jahres 2008 einen Richtlinienvorschlag zur gesetzlichen Limitierung der CO₂-

¹¹⁸ UBA 2005d, S 3-4

Emissionen vorlegt. Die freiwillige Zusage der europäischen Fahrzeugindustrie, bei Neufahrzeugen (PKW) im Jahr 2008 eine CO₂-Emission von durchschnittlich 140g/km einzuhalten, wird nicht eingehalten werden. Aus diesem Grund sind verbindliche Grenzwerte für den spezifischen CO₂-Ausstoß erforderlich. Nur so ist das von der EU-Kommission mittlerweile von 120 auf 130 g/km revidierte Ziel für den Durchschnitt der Neuwagen bis 2012 zu erreichen. CO₂-Grenzwerte sind ein wirksames Instrument zur Begrenzung der CO₂-Emissionen von Pkw, allerdings hängt dies in hohem Maß von der Gestaltung ab. Durch sinnvolle Verbraucherinformationen zum Kraftstoffverbrauch¹¹⁹ an den Fahrzeugen in den Verkaufsräumen sowie in Werbeträgern haben die Kundinnen und Kunden die Möglichkeit, beim Kauf energieeffiziente Neuwagen eindeutig zu erkennen. Dem möglichen großen Nutzen stehen vergleichsweise geringe Kosten gegenüber.

Emissionshandel und Kerosinsteuer für den Flugverkehr

Um faire Wettbewerbsbedingungen zwischen den Verkehrsträgern zu schaffen, sollte die Bundesregierung – im Verbund mit für den Flugverkehr wichtigen Nachbarländern – die Befreiung des Kerosins von der Mineralölsteuer aufheben und sich für eine EU-weite Kerosinsteuer einsetzen. Grundsätzlich sollte die Kerosinsteuer sich in das bestehende System der Mineralölsteuer einfügen. Deswegen ist ein Steuersatz von 654,50 Euro pro 1.000 Liter Kerosin anzustreben, wie er für Ottokraftstoff zu zahlen ist. Dies forderte auch das Bundesfinanzministerium in der Arbeitsgruppe „Innovative Finanzierungsinstrumente“. Weiterhin ist die Umsatzsteuerbefreiung für grenzüberschreitende Flüge aufzuheben.

Um die Klimaschädlichkeit des Flugverkehrs zu begrenzen, unterstützt das UBA die Einbeziehung des Flugverkehrs in das Europäische Emissionshandelssystem wie von der Kommission beabsichtigt¹²⁰ ab 2011. Dabei ist auf die besondere Klima-

¹¹⁹ Die derzeitige deutsche Umsetzung der Richtlinie 1999/94/EG bezüglich Verbraucherinformationen über den Kraftstoffverbrauch und die CO₂-Emissionen von neuen Pkw ist nicht zielführend, weil die bereitgestellte Information für den Verbraucher schlecht verständlich und optisch unattraktiv angeboten wird. Ein vergleichendes Label für Neuwagen mit Energieeffizienzklassen A-G (wie bei Haushaltsgeräten) ist erforderlich.

¹²⁰ Vorschlag der Kommission zur Einbeziehung des Flugverkehrs in das EU-Emissionshandelssystem vom 21.12.2006

schädlichkeit des Flugverkehrs abzustellen.¹²¹ Insbesondere die Kerosinsteuer und der Emissionshandel bieten grundsätzlich ein hohes Potenzial zur wirksamen Minderung der klimaschädlichen Emissionen des Flugverkehrs.

Weitere Instrumente im Verkehr

Die Bundesregierung sollte zudem den nationalen Radverkehrsplan von 2002 bis 2012 verwirklichen und sich bei den Ländern für eine bessere Förderung und Finanzierung des Öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV)¹²² einsetzen.¹²³ So hat z. B. das Land Brandenburg bei der Verteilung der ÖPNV-Gelder auf die kommunale Ebene mittels eines Verteilungsschlüssels neben anderen Kriterien die Zahl der Fahrgäste als Erfolgskomponente eingeführt. Dadurch können erfolgreiche Aufgabenträger ihren Anteil aus dem Gesamtbudget des Landes über die Jahre steigern.¹²⁴ Mit einer auf kompakte Siedlungsstrukturen ausgerichteten Städtebauförderung, dem Ersatz der Grunderwerbsteuer durch eine Neubesiedelungssteuer, Neuversiegelungssteuer oder Neuerschließungsumlage¹²⁵ sowie die weitere Reduzierung der Entfernungspauschale, die nur noch Fernpendlern, nicht jedoch Siedlern im Umland der Städte einen sozialen Ausgleich gewähren soll, sind eben jene verkehrsarmen, fußgänger-, fahrrad- und ÖPNV-freundlichen Siedlungsformen zu fördern. Diese Instrumente wirken langfristig, da sie die bestehenden Siedlungen nur langsam verändern können. Sie sind jedoch für eine hohe Effektivität der anderen Maßnahmen und Instrumente die notwendigen Voraussetzungen und daher unverzüglich zu beginnen. Die Kosten sind häufig sehr gering, weil es in der Regel nicht um zusätzliche Investitionen geht. Teilweise gewinnen der Bund und die Kommunen sogar Einnahmen oder ihre Ausgaben sinken, so dass diese Instrumente nicht nur den Kohlendioxidaus-

¹²¹ Der Flugverkehr ist nicht nur wegen der Emission von Kohlendioxid klimawirksam. Der Ausstoß von Stickoxiden führt in Reiseflughöhe zum Aufbau von Ozon, das dort als starkes Treibhausgas wirkt. Die Wasserdampfemissionen aus den Flugtriebwerken führen zur Bildung von Kondensstreifen und nachfolgend Zirruswolken. Letztere sind nach aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen möglicherweise besonders klimawirksam.

¹²² UBA 2003, S 17, DIFU 2006, S 35

¹²³ Etwa die Hälfte aller Pkw-Fahrten ist kürzer als 5 km. Wenn es gelingt, einen erheblichen Teil auf das Fahrrad zu verlagern, kann ein relativ großes Emissionsminderungspotenzial genutzt werden. Die Kosten sind verglichen mit denen anderer Verkehrsträger relativ gering. Kommunen und Bund können sie durch vorrangige Förderung des nichtmotorisierten Verkehrs gegenüber dem Straßenverkehr erbringen.

¹²⁴ DER NAHVERKEHR, Ausgabe 5/2005, S. 48.

¹²⁵ UBA 2004b, S. 140-144

stoß effektiv vermindern, sondern langfristig auch noch eine Verbesserung der öffentlichen Haushaltssituation bewirken können.

7. Fazit: Das 40%-Ziel ist erreichbar – aber nur mit entschiedener Klima- und Energiepolitik

Der Bericht zeigt, dass das Ziel, bis 2020 die energiebedingten Treibhausgasemissionen in Deutschland um 40 % gegenüber 1990 zu senken, mit Maßnahmen in Deutschland erreichbar ist.¹²⁶

Für diese Maßnahmen errechnet das UBA mit Hilfe des Energiesystemmodells IKARUS Kosten der Emissionsminderungsmaßnahmen in den verschiedenen Sektoren von durchschnittlich 50 € pro Tonne CO₂ und in Höhe von 11 Mrd. Euro im Jahr 2020.¹²⁷ Dies entspräche monatlichen Mehrausgaben pro Haushalt von unter 5 Euro im Jahr 2010 und unter 25 Euro im Jahr 2020.

Besonders groß sind die Potenziale kostengünstiger Emissionsminderungen bei der Energiewirtschaft. Diese Potenziale lassen sich mit dreierlei Maßnahmen erreichen:

- a) den Zubau erneuerbarer Energie in der Stromversorgung durch Weiterführung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes,
- b) die Umstellung der Stromerzeugung auf mit Gas befeuerte Kraftwerke durch Verstärkung der Anreizeffekte im Emissionshandel,
- c) die Senkung des Stromverbrauchs durch ein Bündel von Instrumenten, zum Beispiel durch einen Effizienzwettbewerb bei elektrischen Geräten.

Der Emissionshandel kann ökonomische Anreize setzen, um die Umstellung der Stromerzeugung auf Gas befeuerte Kraftwerke zu erreichen, die Wahl des Brennstoffs bleibt jedoch letztlich immer dem Anlagenbetreiber überlassen, der eine Neu- oder Ersatzanlage errichten will. Sollten die Energieversorgungsunternehmen eine größere Zahl neuer Kohlekraftwerke bauen als im UBA-Szenario vorgesehen, sanken die Emissionen im Emissionshandelssektor weniger stark. Dies erforderte höhere CO₂-Emissionsminderungen in anderen Sektoren zu vergleichsweise hohen Kos-

¹²⁶ Tabelle 8 aus Kapitel 5 fasst dies zusammen.

¹²⁷ Da der Emissionshandelssektor nur einer der betrachteten Sektoren ist, kann von dieser Zahl nicht der zukünftige Zertifikatspreis abgeleitet werden. Außerdem wird der Preis für Emissionsberechtigungen nicht durch die deutsche Klimaschutzpolitik gesetzt, sondern er ergibt sich durch das gesamteuropäische Zusammenspiel von Angebot und Nachfrage. Vorhersagen zum Preis sind deshalb nicht möglich.

ten, um die CO₂-Emissionsminderung um 40 % gegenüber 1990 im Jahre 2020 zu realisieren. Daher ist es wichtig, dass sich die Budgets der folgenden Handelsperioden an dem im UBA-Szenario berechneten Zielwert von 330 bis 350 Mio. Emissionsberechtigungen für die 4. Handelsperiode in 2018 - 2022 orientieren.¹²⁸

Die aktuelle Trendentwicklung zeigt, dass die Emissionen im Verkehr bis 2020 nur leicht sinken. Notwendig sind zusätzliche Emissionsminderungen von 22 Mio. t CO₂. Damit diese erreicht werden, sind unter anderem Emissionsobergrenzen für Pkw-Hersteller, zusätzliche finanzielle Anreize aus der Lkw-Maut und eine klimaschutzgerechte Justierung der Mineralölsteuer notwendig.

In der Industrie lassen sich weitere Emissionsminderungen von 30 Mio. t CO₂ bis 2020 gegenüber 2005 durch Energieeinsparungen bei Prozesswärme, durch Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) und stärkere Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung erreichen. Dazu sind unter anderem ein Energieeffizienzfonds und eine Novelle des KWK-Gesetzes erforderlich.

Ähnliche Maßnahmen und Instrumente wie bei der Industrie wirken auf die Haushalte und den Sektor GHD, in denen zusammen etwa 50 Mio. t CO₂ eingespart werden können. Neben den im Unterkapitel Industrie genannten Maßnahmen ist hier die Verbesserung der Gebäudeenergieeffizienz entscheidend, die allein über 30 Mio. t CO₂-Emissionsminderung bewirken könnte. Um die erforderliche Sanierung des Gebäudebestandes zu erreichen, schlägt das UBA eine Kombination aus Fördermitteln, energetischen Mindeststandards für Gebäude und klimaschutzgerecht justierten Energiesteuern vor.

Sowohl beim Verkehr als auch bei den Haushalten ist eine kompakte Siedlungsentwicklung eine notwendige Voraussetzung dafür, dass die in Kapitel 5 vorgeschlagenen Maßnahmen wirken.

¹²⁸ Denn zur Kompensation sollen gegebenenfalls die Energieversorger Emissionsberechtigungen im Ausland einkaufen und nicht der Staat. Sofern dies wegen der in allen Mitgliedstaaten verfolgten Verknappung der Emissionsberechtigungen mit hohen Kosten verbunden sein sollte, könnte manche Neuanlage unrentabel werden.

Gemeinsam mit seinen EU-Partnern liegt es an Deutschland, durch wirkungsvolle Maßnahmen ein erfolgreiches Beispiel zu schaffen, damit sich in Zukunft alle Industriestaaten anspruchsvolle Emissionsminderungsziele setzen. Angesichts der im EU-Vergleich relativ hohen deutschen Pro-Kopf-Emissionen gilt dies umso mehr¹²⁹.

Eine solche Vorreiterrolle Deutschlands bietet für die deutsche Wirtschaft große Chancen. Viele klimaschonende Techniken bedürfen zwar noch der breiten Marktdurchdringung, um international gegenüber konventionellen Techniken wettbewerbsfähig zu werden. Aber Deutschland kann von ihrer bevorstehenden globalen Durchsetzung profitieren. Denn weltweit stehen in den nächsten Jahrzehnten Milliarden Euro an Investitionen an – vor allem in die Energieversorgung. Mit ambitioniertem Klimaschutz kann Deutschland zudem das Vertrauen seiner internationalen Partner bestätigen und die Kooperation vertiefen: Das klimapolitische Ansehen und die Glaubwürdigkeit Deutschlands und der EU nimmt mit Blick auf die im internationalen Klimaschutz nach 2012 anzustrebende Beteiligung der Entwicklungs- und Schwellenländer an Emissionsbegrenzungen eine fundamentale Stellung ein. Ein entschlossener und stringenter Kurs im Klimaschutz hat deutliche Signalwirkung für diejenigen Staaten, die sich bisher aus unterschiedlichen Gründen nicht ausreichend um den Klimaschutz bemüht haben – und das innerhalb und außerhalb der EU. So können die auf bundesstaatlicher und regionaler Ebene in den Vereinigten Staaten zu verzeichnenden Klimaschutzinitiativen ebenfalls eine Dynamik entwickeln, die bei den nächsten Schritten im Klimaschutz von globaler Bedeutung sind.

Die in diesem Bericht genannten CO₂-Emissionsminderungen sind technisch umsetzbar und ökonomisch tragbar. Sie sind nur durch entschiedenes und schnelles Handeln zu erreichen. Zum Beispiel kann jedes verlorene Jahr bei der energetischen Sanierung von Gebäuden für Deutschland bis zu 1,5 Mio. t CO₂ mehr bedeuten. Die nächste Sanierung ist bei diesen Gebäuden dann erst wieder in 40 Jahren zu erwarten. Ähnliches gilt beispielsweise für die CO₂-Emissionen aus Kraftwerken und den Einbau ineffizienter Heizungsanlagen.

Es ist also höchste Zeit, entschieden zu handeln. Die Zukunft liegt in unseren Händen.

¹²⁹ WRI 2005: EU-25: 10,5 t CO₂(äquiv.) pro Kopf; D: 12,3 t CO₂(äquiv.) pro Kopf (Daten für 2000)
Seite 62 von 71

8. Abkürzungen und chemische Formeln

AAU – Assigned Amount Units

BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

CDM – Clean Development Mechanism

CO₂ – Kohlendioxid

CH₄ – Methan

EEG – Erneuerbare-Energien-Gesetz

EnEG – Energieeinsparungsgesetzes

EnEV – Energieeinsparverordnung

EU – Europäische Union

GHD – Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

GJ – Gigajoule

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change

JI – Joint Implementation

KP – Kyoto Protokoll

KWK-G – Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz

kWh – Kilowattstunde

NIR – National Emissions Inventory Report

N₂O – Distickstoffoxid (Lachgas)

ÖPNV – Öffentlicher Personennahverkehr

SF₆ – Schwefelhexafluorid

THG – Treibhausgase

TWh – Terawattstunde

UBA – Umweltbundesamt

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change

9. Literatur

AG Energiebilanzen, 2006 Auswertungstabellen zu den Energiebilanzen mit vorläufigen Daten auch für die Jahre bis 2005, Berlin 2006

BBR 2006, Raumordnungsprognose 2020/2050 - Bevölkerung, private Haushalte, Erwerbspersonen, Wohnungsmarkt, Berichte Band 23, Hansjörg Bucher, Matthias Waltersbacher, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hrsg.), Bonn 2006

BMU 2004, Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland, Berlin 2004

BMU (2005): Nitsch, J.; Staiß, F.; Wenzel, B; Fishedick, M.: Ausbau Erneuerbarer Energien im Stromsektor bis zum Jahr 2020 Vergütungszahlungen und Differenzkosten durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz. Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Stuttgart, Wuppertal, Dezember 2005

BMU 2006a, Erneuerbare Energien in Zahlen: Stand Mai 2006, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin 2006

BMU 2006c, Staiß, F. et. al.: Wirkungen des Ausbaus Erneuerbarer Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt unter besonderer Berücksichtigung des Außenhandels, Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Teil 2 Langfassung, Berlin Juni 2006

BMU 2007a, Nitsch, J.: Leitstudie 2007, Ausbaustrategie erneuerbarer Energien, Aktualisierung und Neubewertung bis zu den Jahren 2020 und 2030 mit Ausblick bis 2050, Untersuchung im Auftrag des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Februar 2007, siehe <http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/38787/>

BMU 2007b, Informationsseiten zum Erneuerbare Energien-Gesetz, unter <http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/5982/>, abgerufen am 2.3.07

BMU 2007c, Entwurf für den Nationaler Allokationsplan 2008 - 2012 für die Bundesrepublik Deutschland, Berlin 13.2.07

BMU 2007d, Entwicklung der erneuerbaren Energien im Jahr 2006 in Deutschland, Berlin 21.2.07

BMU, BMBF 2006, Bericht der Arbeitsgruppe 3 „Forschung und Energieeffizienz“ zum Energiegipfel am 9. Oktober 2006, Berlin 25.09.2006

BMWi 2006, Energiedaten 2005, Stand: Mai 2006, Berlin 2006

BMWi, BMU 2006, Energieversorgung für Deutschland – Statusbericht für den Energiegipfel am 3. April 2006, Berlin, März 2006

Bundesregierung 2005, Nationales Klimaschutzprogramm 2005, Sechster Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe „CO₂-Reduktion“, Berlin 2005

Bundesregierung 2006, Mitteilung der Regierung der Bundesrepublik Deutschland an die Europäische Kommission, Jahresbericht über die beihilferechtlich relevanten Tatbestände der ökologischen Steuerreform im Kalenderjahr 2005, Berlin den 11.10.2006

DENA 2005, Energiewirtschaftliche Planung für die Netzintegration von Windenergie in Deutschland an Land und Offshore bis zum Jahr 2020, Studie im Auftrag der Deutschen Energie-Agentur GmbH, 2005, (dena-Netzstudie)

DIFU 2006, Arbeitshilfe: „Umweltfreundlicher, attraktiver und leistungsfähiger ÖPNV – ein Handbuch“; <http://www.difu.de/index.shtml?publikationen/>, abgerufen am 2.3.07

DIW 2006, Hella Engerer, Manfred Horn, Europäische Erdgasversorgung erfordert Diversifizierung und Ausbau der Infrastruktur, DIW Wochenbericht Nr.42/2006

Enquete-Kommission 2002, Endbericht an die Enquete-Kommission, „Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung“, Bundestagsdrucksache 14/9400 vom 7.7.2002

EU 2005, Ratsschlussfolgerungen des Europäischen Rates 2005, Internet-Dok.: ue.eu.int/ueDocs/cms_Data/docs/pressdata/en/ec/84335.pdf

EWI/Prognos 2005, Die Entwicklung der Energiemärkte bis zum Jahr 2030, Basel 2005

Fraunhofer ISI et al. 2003, Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung und Forschungsstelle für Energiewirtschaft, Möglichkeiten, Potentiale, Hemmnisse und Instrumente zur Senkung des Energieverbrauchs branchenübergreifender Techniken in den Bereichen Industrie und Kleinverbrauch, Karlsruhe/München, Juli 2003

Öko-Institut et al, Auswirkungen hoher Energieträgerpreise auf Szenarien für den Klimaschutz, Forschungs- und Entwicklungsvorhaben FKZ 205 46 434 für das Umweltbundesamt (UBA) – Entwurf des Endberichts – Öko-Institut, DIW, Forschungszentrum Jülich STE, Berlin in Vorbereitung

IPCC 2007, Fourth Assessment Report: Climate Change 2007: The Scientific Basis, Summary for Policymakers

IPCC 2001, Third Assessment Report: Climate Change 2001: Synthesis Report, Summary for Policymakers

ISET 2006, Wind power prediction in Germany – Recent advances and future challenges, Bernhard Lange et al., Institut für Solare Energieversorgungstechnik e.V. (ISET), Proceedings of the European Wind Energy, Conference 2006, Athens

KP 1998, Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, New York

Krämer 2003, „Modellanalyse zur Optimierung der Stromerzeugung bei hoher Einspeisung von Windenergie“, M. Krämer, Fortschr.-Ber. VDI Reihe 6 Nr. 492. Düsseldorf: VDI Verlag 2003.

Krewitt u. a. 2006, Externe Kosten der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Vergleich zur Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern, Krewitt, W., Schloßmann, B., Gutachten im Auftrag des BMU, Berlin 2006

Radermacher 2006, Statement Vizepräsident Walter Radermacher zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen 2006, gefunden in http://www.destatis.de/presse/deutsch/pk/2006/ugr_statement_radermacher_i.pdf am 22.12.06, Wiesbaden 2006

Rothengatter, Doll 2001, Anforderungen an eine umweltorientierte Schwerverkehrsabgabe für den Straßengüterverkehr. UBA-Texte 71/01. Berlin 2001.

Statistisches Bundesamt 2006, Die Nutzung von Umweltressourcen durch die Konsumaktivitäten der privaten Haushalte, - Ergebnisse der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen 1995-2004, Karl Schoer, Sarka Buyny, Christine Flachmann, Helmut Mayer, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, November 2006

Stern 2006, The Economics of Climate Change - The Stern Review, UK Cabinet Office - HM Treasury, Internet-Download von www.hm-treasury.gov.uk, Stand 22.01.2007

UBA 2003, Diskussionspapier zur Finanzierung eines umweltverträglichen ÖPNV (Stand: Juni 2003); <http://www.umweltdaten.de/daten/nahverkehr.pdf>, abgerufen am 2.3.07

UBA 2004a, Hintergrundpapier zu Umwelt und Verkehr – Mobilität nachhaltig gestalten. Berlin 2004

UBA 2004b, Reduzierung der Flächeninanspruchnahme durch Siedlungen und Verkehr. Berlin 2004

UBA 2004c, Fluorierte Treibhausgase in Produkten und Verfahren – technische Maßnahmen zum Klimaschutz. Berlin 2004

UBA 2005a, Die Zukunft in unseren Händen, 21 Thesen zur Klimaschutzpolitik des 21. Jahrhunderts und ihre Begründungen, Umweltbundesamt, Dessau 2005

UBA 2005b, Klimaschutz in Deutschland bis 2030, Politikszenerarien für den Klimaschutz III, Berlin 2005

UBA 2005c, Zertifikathandel für erneuerbare Energien statt Erneuerbare Energien-Gesetz? Hintergrundpapier zum Vorschlag des Verbands der Elektrizitätswirtschaft März 2006, <http://www.umweltdaten.de/energie/zertifikathandel-statt-eeg.pdf>

UBA 2005d: Hintergrundpapier „Was bringt die Ökosteuer – weniger Kraftstoffverbrauch oder mehr Tanktourismus?“. Dessau 2005

UBA 2006a, Technische Abscheidung und Speicherung von CO₂– nur eine Übergangslösung, Dessau August 2006

UBA 2006b, Ragwitz, M. et. al.: Monitoring and evaluation of policy instruments to support renewable electricity in EU Member States, Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamtes und des Bundesumweltministeriums, Climate Change 10/06, Dessau 2006

UBA in Veröffentlichung, Ökonomische Bewertung von Umweltschäden, Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten, Umweltbundesamt, Dessau in Veröffentlichung

UBA-DEHSt 2005, Klimaschutz: Joint Implementation und Clean Development Mechanism, Die projektbasierten Mechanismen des Kyoto-Protokolls, Berlin 2005

Wuppertal Institut 2005, Ein Energieeffizienz-Fonds für Deutschland, Konzept für einen Energieeffizienz-Fonds in Deutschland, Wuppertal Februar 2005

Anhang 1: Rahmendaten der Referenzprognose von EWI/Prognos 2005

Tabelle 5: Wohnbevölkerung und Haushalte, 2000-2030

	2000	2010	2020	2030
	1.000			
Wohnbevölkerung, Jahresmitte	82.212	82.411	81.393	79.421
Private Haushalte, Jahresmitte	38.151	39.665	40.021	39.716
davon:				
1-Personen-Haushalte	13.777	15.044	15.329	15.675
2-Personen-Haushalte	12.736	13.857	14.677	14.608
3-Personen-Haushalte	5.588	5.235	4.981	4.711
4-Personen-Haushalte	4.387	3.975	3.627	3.411
5-Personen-Haushalte	1.663	1.555	1.407	1.312

Quelle: Eigene Darstellung nach EWI/Prognos 2005, S. 191

Tabelle 6: Wertschöpfung nach Wirtschaftszweigen (reale Preise, Preisbasis 1995), 2002-2030

	2002	2010	2020	2030
	Mrd. EUR (1995)			
Land und Forstwirtschaft; Fischerei	24	24	24	23
Bergbau, Gewinnung v. Steinen u. Erden	4	3	2	2
Verarbeitendes Gewerbe	400	452	524	592
Energie u. Wasserversorgung	40	46	50	53
Baugewerbe	90	91	102	112
Handel; Rep. V. Kraftfahrz. U. Gebrauchsg.	189	206	222	232
Gastgewerbe	20	20	23	25
Verkehr u. Nachrichtenübermittlung	162	206	268	330
Kredit u. Versicherungsgewerbe	111	126	149	176
Grundstückswesen; Vermietung; Unternehmensdienst	485	565	681	781
Öffentliche Verwaltung; Verteidigung; Sozialvers.	109	111	114	120
Erziehung u. Unterricht	72	75	79	83
Gesundheits-, Veterinär- u. Sozialwesen	127	147	182	224
Sonstige öffentliche u. private Dienstleister	86	98	120	142
Statistische Bereinigungen	70	67	68	65
Bruttoinlandsprodukt	1.990	2.238	2.611	2.960

Quelle: Eigene Darstellung nach EWI/Prognos 2005, S. 149

Tabelle 7: Preise für Primärenergieträger (reale Preise, Preisbasis 2000), 2000-2030

	2000	2005	2010	2020	2030
Ölpreis fob (USD/bbl)	28,40		28,00	32,00	37,00
Grenzübergangspreise					
Rohöl (EUR/t)	227		200	235	270
Erdgas (EUR/kWh)	1,10		1,11	1,28	1,43
Kraftwerkskohle (EUR/t SKE)	42,1		46	48	50
Drittlandskohle (EUR/t)	37,7		40	43	44
Braunkohle (EUR/GJ)			0,83	0,83	0,83

Quelle: Eigene Darstellung nach EWI/Prognos 2005, S. 70

Tabelle 8: Preise für Mineralöl, Erdgas und Kohle (reale Preise, Preisbasis 2000), 2000-2030

	2000	2005	2010	2020	2030
Industrie (ohne MwSt.)					
Heizöl EL (EUR/t)	381,5		363,7	423,7	485,2
Heizöl S (EUR/t)	188,9		179,1	211,7	242,7
Erdgas (ct/kWh)	1,7		1,9	2,1	2,3
Steinkohle (EUR/t SKE)	42,7		57,0	71,4	84,2
Haushalte (inkl. MwSt.)					
Heizöl EL (EUR/t)	40,8		38,6	45,2	51,7
Erdgas (ct/kWh)	3,7		4,1	4,7	5,4
Benzin (EUR/l)	1,00		1,08	1,15	1,21
Diesel (EUR/l)	0,81		0,90	0,97	1,04

Quelle: Eigene Darstellung nach EWI/Prognos 2005, S. 73

Anhang 2: Gegenüberstellung der sektoralen Aufteilung bei CO₂-Emissionen von Ist-Werten, Energiemodellrechnungen und dem UBA-Szenario in Mio. Tonnen CO₂

in Mio t CO ₂ -Äq.	Basisjahr 1990/95	Ist Werte			Referenzprognose				UBA-Szenario					IKARUS-Rechnung 2006			
		Ist 2003	Ist 2004	Ist 2005	Ist 2002	Prog 2010	Prog 2020	Mind 2002- 2020	Ziel 2020	Minderung 1990-2020	%-Minderung 1990-2020	Minderung 2005-2020	%-Minderung 2005-2020	Emissionen 2004	Emissionen 2020	Minderung 2004-2020	%- Minderung 2004-2020
Energiewirtschaft	415	374	370	362	357	342	335	-22	247	-168	-41%	-115	-32%	328	186	-142	-43%
Industrie	154	96	102	103	132	126	118	-14	73	-82	-53%	-30	-29%	129	102	-27	-21%
Verkehr	162	171	171	164	176	171	155	-21	134	-28	-17%	-30	-18%	196	174	-22	-11%
Haushalte	129	124	118	113	176	178	158	-18	74	-55	-43%	-39	-35%	125	86	-39	-31%
GHD	87	58	55	53	176	178	158	-18	43	-44	-50%	-10	-19%	60	42	-18	-30%
Energieb. CO₂	948	822	816	795	841	817	766	-75	571	-377	-40%	-224	-28%	838	590	-248	-30%

Quellen:

Werte in 1990, 2003-2005, Berechnungen des UBA, Alle Werte vorläufig

Referenzprognose: EW/Prognos 2005, Die Entwicklung der Energiemärkte bis zum Jahr 2030, Basel 2005

UBA-Szenario: Eigene Berechnungen

IKARUS-Rechnung 2006: Modellrechnung des FZ Jülich mit IKARUS unter der Vorgabe einer CO₂-Emissionsminderung von 50 % bis 2030 gegenüber 1990

Erläuterungen:

- Das Basisjahr für CO₂ ist gemäß Kyoto-Protokoll 1990
- Die Referenzprognose von EW/Prognos und die IKARUS-Modellrechnungen folgen nicht der aktuellen Sektorenabgrenzung des NIR, insbesondere vollziehen sie die veränderte Zuordnung einiger CO₂-Emissionen als prozessbedingte CO₂-Emissionen nicht nach. Daher liegt das Emissionsniveau insgesamt um rund 40 Mio. t CO₂ höher als im NIR. IKARUS enthält – gemäß dem Territorialprinzip – auch die CO₂-Emissionen aus internationalen Flugverkehrsbewegungen. Zur Verbesserung der Vergleichbarkeit wurden den IKARUS-Zahlen in der vorliegenden Darstellung daher pauschal 16 Mio. Tonnen CO₂-Emissionen aus dem internationalen Flugverkehr im Verkehrssektor abgezogen.
- Der Sektor GHD umfasst die militärischen Dienststellen

Anhang 3: Stromproduktion und CO₂ Emissionen

	E-Faktor (Brennstoff- einsatz) gCO ₂ /kWh	Ist 2005			UBA Szenario 2020				Differenz 2005-2020					
		Strom- erzeu- gung TWh	Brenn- stoff- einsatz TWh	CO ₂ - Emis- sionen Mio. t CO ₂	Strom- erzeu- gung Ist- KW TWh	UBA- Szena- rio TWh	Brenn- stoff- einsatz TWh	CO ₂ - Emis- sionen Mio. t CO ₂	Strom- erzeu- gung TWh	CO ₂ - Emis- sionen Mio. t CO ₂	Neue Stromer- zeugung TWh	Emissions- faktor des er- setzten Stroms	Emissions- faktor des neuen Stroms	Saldo E- missions- minderung
												kg CO ₂ /kWh	kg CO ₂ /kWh	
Braunkohle- KW	404	155	414	167	85	100	227	92	-55	-76	15	-0,567	0,918	5
Steinkohle-KW	338	134	331	112	59	76	162	55	-58	-57	17	-0,567	0,719	3
Kern-KW		163	494	0	33	33	100	0	-130	0	0	-0,567	0,000	0
Erdgas	202	70	127	26	32	165	243	49	95	23	133	-0,567	0,298	-36
Erneuerbare		63	63	0	63	140	140	0	78	0	78	-0,567	0,000	-44
Sonstige	190	34	101	19	19	34	76	14	0	-5	15	-0,567	0,422	-2
Gesamt		619	1530	324	291	548	948	210	-71	-114	258	-0,567		-74
(Stromein- sparung)						71						-0,567		-40
													Gesamt	-114

Quellen:

E(missions)-Faktoren: Umgerechnet auf der Basis von Mittelwerten aus dem NIR 2004

Ist 2005: AG Energiebilanzen 2006, Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien nach BMU,
Erneuerbare Energien in Zahlen: Stand Mai 2006, Durchschnittsnutzungsgrade: Eigenen Be-
rechnungen des UBA auf der Basis der Energiebilanz der AGEb, CO₂-Emissionen eigene
Berechnung des UBA

UBA-Szenario 2020: Stromerzeugung Ist-Kraftwerke (KW) auf der Grundlage der UBA-
Kraftwerksdatenbank, alle weiteren Werte eigene Schätzungen und Berechnungen des UBA

Differenz 2005-2020: Eigene Berechnungen des UBA

Erläuterungen:

- Zeile: Stromeinsparung: 12 % Stromeinsparungen gegenüber 2005. Annahmen aus UBA
2005b, S. 431

- Zeile „Davon Energiewirtschaft“: Weil Strom nicht nur in der Energiewirtschaft erzeugt wird, sondern auch in Haushalten und Industrie, war eine Aufteilung der CO₂-Emissionen vorzunehmen. Die vorliegende Rechnung beruht auf der Annahme, dass die CO₂-Intensität der Stromerzeugung in allen Sektoren gleich sei. Die Stromerzeugung der Haushalte ist in der Gesamtsumme enthalten. Sie ist jedoch nicht separat ausgewiesen, weil es sich um kleine Mengen handelt, die zudem zu großen Teilen aus erneuerbaren Energien - und damit CO₂-neutral - erzeugt werden.
- Spalte Brennstoffeinsatz: Das UBA rechnet bei Kraft-Wärme-Kopplung den Brennstoffeinsatz anteilig auf Strom- und Wärmeerzeugung um. Durch den Ausbau der KWK ergibt sich insbesondere die hohe Effizienz bei Erdgas(heiz)kraftwerken im Jahr 2020. Die Emissionen steigen bei dieser Rechnungsweise allerdings für den anteiligen Brennstoffeinsatz zur Wärmebereitstellung.
- Spalte „Stromerzeugung Ist-KW“: Hier sind die heute in Betrieb befindlichen Kraftwerke abgebildet, die eine technische Laufzeit bis 2020 oder darüber hinaus aufweisen.
- Spalte „Minderungsbeitrag durch Ersatzkapazität“: Anteil des jeweiligen Energieträgers an der Emissionsminderung durch Beitrag zum Ersatz alter Kohlekraftwerke mit niedrigen Wirkungsgraden.