



Projektnummer 21/05:
„Ökonomische Kriterien zur Bewertung alternativer
Verhandlungslösungen für eine Weiterentwicklung des
Klimaregimes nach 2012“

im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie

Zusammenfassung

GWS mbH:
Christian Lutz (Projektleitung)
Ariane Jungnitz
Bernd Meyer

Prognos AG:
Almut Kirchner
Christian Michelsen

Osnabrück, Basel im Oktober 2007

Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung mbH (GWS)
Heinrichstraße 4
D-49080 Osnabrück
Dr. Christian Lutz
Email: lutz@gws-os.de
Tel.: +49(541)40933-12
Fax: +49(541)40933-11
<http://www.gws-os.de>

Projekthalt

Das Forschungsprojekt 21/05 „Ökonomische Kriterien zur Bewertung alternativer Verhandlungslösungen für eine Weiterentwicklung des Klimaregimes nach 2012“ ist von Januar 2006 bis September 2007 im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie durchgeführt worden. Vor dem Hintergrund der aktuellen Klimadebatte sind im Projekt mögliche Kriterien für eine Verteilung globaler Klimaschutzziele auf die großen Volkswirtschaften herausgearbeitet und denkbare Verhandlungslösungen konkretisiert worden. Unter Nutzung des sehr umfassenden und zugleich detaillierten globalen Modells GINFORS wird dargestellt, welche Auswirkungen für die deutsche bzw. europäische Wirtschaft und wichtige andere Volkswirtschaften aus unterschiedlichen Verhandlungslösungen in der mittleren Frist bis 2020 resultieren können.

Stand der Klimadebatte

Die weltweiten Treibhausgas- (THG-) Emissionen sind seit 1990 trotz vielfältiger Klimaschutzmaßnahmen auf nationaler und internationaler Ebene stark gestiegen. Naturwissenschaftler erwarten bei unvermindertem Emissionsanstieg einen deutlichen Anstieg der Durchschnittstemperatur auf der Erdoberfläche, der vielfache negative Folgen haben könnte. Erkenntnisse des IPCC über den Klimawandel und Warnungen vor massiven volkswirtschaftlichen Kosten dieser Entwicklung durch den Stern Review treiben die Klimadebatte aktuell an.

Vor diesem Hintergrund hat die EU unter Deutscher Ratspräsidentschaft auf dem Brüsseler Gipfel im März 2007 das strategische Ziel bekräftigt, den globalen Temperaturanstieg auf höchstens 2°C gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen. Die EU hat zugesagt, ihre THG-Emissionen unabhängig vom Zustandekommen eines Kyoto-Nachfolgeabkommens bis 2020 um mindestens 20% gegenüber 1990 zu reduzieren. Sofern sich andere Industrieländer zu vergleichbaren Emissionsreduktionen und die Schwellenländer zu angemessenen Klimaschutzbeiträgen verpflichten, bietet die EU eine Reduktion um 30% bis 2020 an. Zugleich hat die EU Ziele zum umfassenden Ausbau der Erneuerbaren Energien sowie zur Erhöhung der Energieproduktivität verabschiedet. Die Ziele dienen nicht nur dem Klimaschutz, sondern tragen über eine verringerte Importabhängigkeit der EU auch zur Energiesicherheit bei. Die EU betont explizit die drei Ziele Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit der Energie- und Klimapolitik. Die Bundesregierung hat im August 2007 Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm beschlossen, um die europäischen Richtungsentscheidungen auf nationaler Ebene umzusetzen.

Nach dem G8-Gipfel in Heiligendamm ist ein Post-Kyoto-Abkommen unter Beteiligung der USA wahrscheinlicher geworden, die USA haben sich zu Verhandlungen unter der VN-Klimarahmenkonvention bekannt. Die Klimakonferenz in Bali im Dezember wird zeigen, wie ernsthaft und schnell dieser Prozess voranschreiten wird.

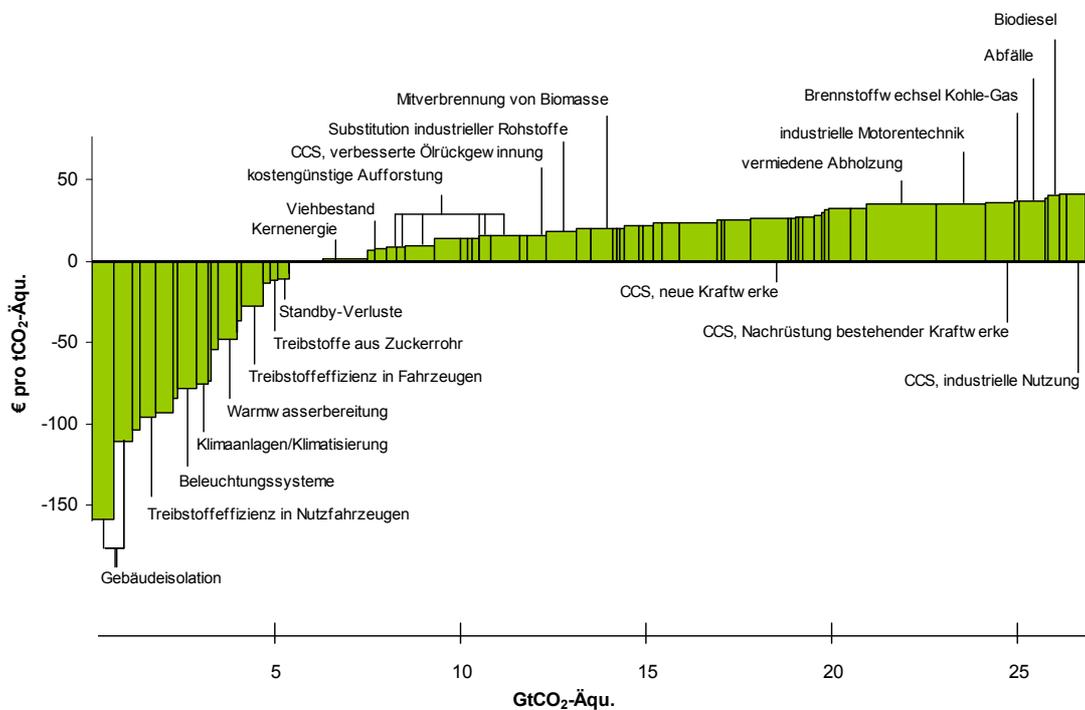
Ausgangspunkt der Diskussion um Kosten des Klimaschutzes sind vielfach aus Technologieanalysen abgeleitete Grenzvermeidungskostenkurven. Nach einer Studie von McKinsey könnten im Jahr 2030 weltweit über 25 Gt CO₂-Äquivalente, d.h. rund 25mal die Menge der derzeitigen Emissionen Deutschlands, zu Kosten von unter 40 Euro pro vermiedener Tonne CO₂ gegenüber einer Referenzentwicklung eingespart werden (vgl. Abb. 1). Eine ganze Reihe von Maßnahmen, z.B. im Gebäudebereich, weist sogar negative Vermeidungskosten auf, würde sich also auch ohne explizite

Klimaschutzverpflichtungen für den Investor rechnen. Offensichtlich wird die Ausschöpfung dieser Maßnahmen aber durch verschiedene Hemmnisse erschwert.

Inzwischen liegt auch eine detaillierte Analyse sektoraler Emissionsminderungsmaßnahmen und deren Kosten für Deutschland vor (McKinsey&Company 2007), die jedoch „keine Quantifizierung und Modellierung von Sekundäreffekten“ vornimmt. Insofern lassen sich daraus keine volkswirtschaftlichen Kosten von umfassenden Politikstrategien ablesen, die Kern der hier vorliegenden Untersuchung sind.

Einen Überblick zu den möglichen volkswirtschaftlichen Kosten von umfassenden Klimaschutzmaßnahmen gibt der aktuelle Bericht des IPCC (2007). Danach zeigen verschiedene Modellanalysen, dass die jährlichen Minderungskosten alternativer Stabilisierungspfade der weltweiten Emissionen bis zum Jahr 2030 unter 3% des weltweiten Bruttoinlandsprodukts liegen werden. Die Analysen gehen in der Regel von einem funktionierenden weltweiten Klimaregime unter wirksamer Einbeziehung aller Länder, der Umsetzung der kosteneffizientesten Maßnahmen zur Emissionsminderung, der Ausschöpfung der wirtschaftlichen Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz und von einem unbeschränkten Zugang aller Länder zu bestehenden und zukünftigen Energietechnologien aus. Zumindest auf dem Weg zu einem globalen Klimaregime ist von weniger idealtypischen Bedingungen auszugehen. Eine ganze Fülle von Hemmnissen wie etwa das Investor-Nutzer-Dilemma ist zu berücksichtigen. Die kostengünstige Veränderung von Kapitalstöcken über Neuinvestitionen benötigt zudem sehr viel Zeit. Verschiedene Modellanalysen zeigen, dass die Nutzung flexibler Mechanismen die gesamtwirtschaftlichen Kosten des Klimaschutzes deutlich reduzieren kann.

Abb. 1: Weltweite Vermeidungskostenkurve im Jahr 2030



Quelle: McKinsey (2007)

Entwicklung der THG-Emissionen seit 1990

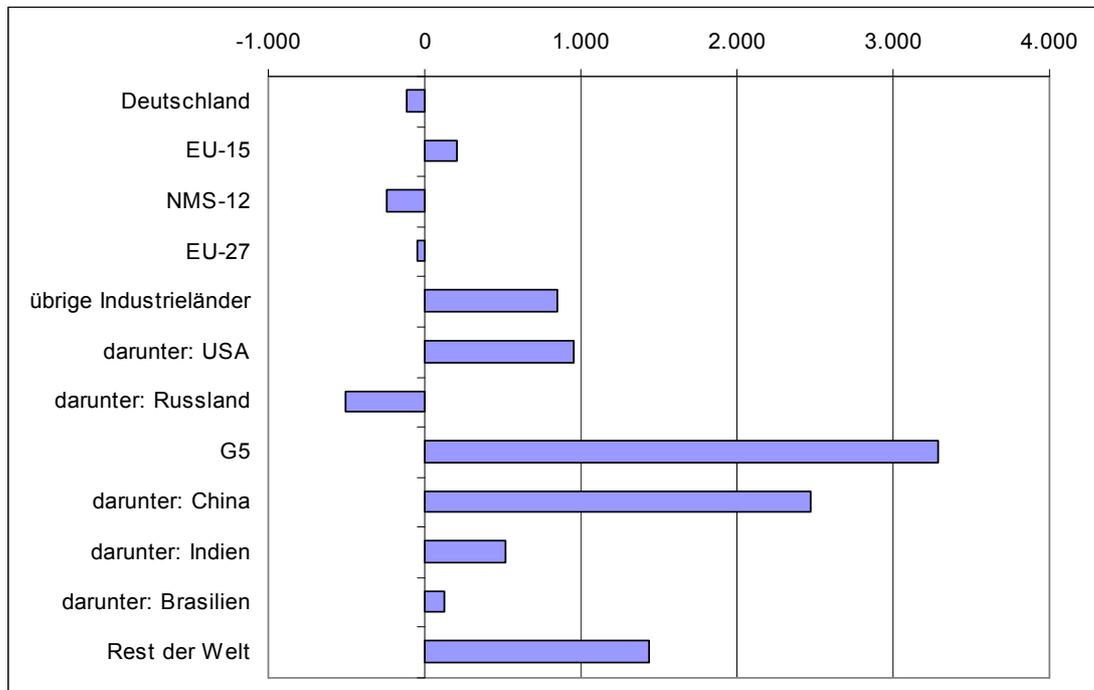
Die energiebedingten CO₂-Emissionen, die gut 70% der gesamten THG-Emissionen ausmachen, sind von 1990 bis 2004 weltweit um 27,9% gestiegen. Während die Emissionen in den Transformationsländern und wenigen Industrieländern zurückgegangen sind, sind sie in den übrigen Industrieländern deutlich angestiegen. In wichtigen Schwellenländern haben sie sich in diesem Zeitraum teils mehr als verdoppelt. In China und den USA ist die absolute Zunahme am höchsten gewesen. In den G5-Staaten (China, Indien, Brasilien, Südafrika und Mexiko) ist der größte Teil des Emissionszuwachses erfolgt. Die Industrieländer sind aber 2004 immer noch für mehr als die Hälfte der weltweiten Emissionen verantwortlich gewesen. Ihre Pro-Kopf-Emissionen liegen heute noch sehr viel höher als in den Schwellen- und Entwicklungsländern.

Die Datenlage bei den übrigen THG-Emissionen ist unsicherer. Schwellen- und Entwicklungsländer sind nicht zu jährlichen Inventarberichten verpflichtet. Vielen Industrieländern ist in diesem Bereich durch kostengünstige technische Maßnahmen eine Reduktion gelungen. Weltweit dürften diese Emissionen aber deutlich angestiegen sein. Vor allem in Schwellen- und Entwicklungsländern besteht in diesem Bereich noch ein großes Potenzial sehr kostengünstiger Minderungsmöglichkeiten.

In den meisten Ländern haben Verbesserungen der Energieeffizienz und Änderungen im Energiemix die emissionssteigernde Wirkung von wachsender Bevölkerung und steigenden Einkommen nicht ausgleichen können.

China, das Land mit dem größten absoluten Emissionszuwachs, weist eine ganz andere Sektorstruktur bei den Emissionen auf als die Industrieländer. Verkehr und Haushalte spielen dort bisher nur eine untergeordnete Rolle.

Abb. 2: Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen von 1990 bis 2004 in Mio. t



Technologieentwicklung

Die mögliche technische Entwicklung unter einem Klimaregime kann aufgrund mangelnder Erfahrungen nicht allein aus Vergangenheitsentwicklungen ökonometrisch geschätzt werden. Für die zukünftig möglichen Technologieentwicklungen sind auf der Basis der Bottom-up-Informationen der Prognos AG unter Zugrundelegung der aktuellen für das BMWi erstellten Energieprojektion, dem Energiereport IV und der davon abgeleiteten Ölpreisvariante, zwei mögliche Entwicklungspfade abgeschätzt worden:

- Eine „verhaltene“ technologische Entwicklung für ein Referenzszenario ohne verstärkte Klimaschutzanstrengungen. Hier wird im Wesentlichen ein moderater autonomer technischer Fortschritt unterstellt.
- Eine „beschleunigte“ technologische Entwicklung, bei der unter der Annahme verstärkter Klimaschutzanstrengungen bereits vorhandene Effizienztechnologien im Laufe der Investitionszyklen schneller in den Markt diffundieren.

Aufgrund des mittelfristigen Zeithorizonts werden vorrangig bereits am Markt vorhandene Technologien („best practice“) betrachtet, wie hocheffiziente Wärmedämmung, geregelte Elektromotoren als Querschnittstechnologie, Abwärmenutzung, etc. Derzeit noch im Entwicklungsstadium befindliche oder spekulative Technologien werden nicht berücksichtigt. Bei konventionellen Kraftwerken wird die schnellere oder langsamere Umsetzung hoher Wirkungsgrade betrachtet. Es wird davon ausgegangen, dass CCS-Technologien (Carbon Capture and Storage) bis 2020 noch nicht serienmäßig angewendet werden, sondern in Pilotprojekten erst allmählich zur Marktreife gelangen. Den neuen Schlüsseltechnologien wie Bio- und Nanotechnologie wird vor allem nach 2020 ein erhebliches Potenzial zugeschrieben, Produkte und Produktionsweisen energie- und materialeffizienter zu gestalten.

Um für die Rechnungen mit GINFORS einen entsprechenden Korridor bereitstellen zu können, ist für einzelne Sektoren ein Fächer an Entwicklungspfaden, vor allem bei den mittleren spezifischen Energieverbräuchen je Produktions- oder Bezugseinheit (z.B. beheizte Fläche, Fahrzeug-km), auf Basis der in den Bottom-up-Modellen der Prognos AG hinterlegten Kohorten berechnet worden. Die spezifischen Veränderungen in wichtigen Bereichen im Szenario „beschleunigte Technologieentwicklung“ als untere Grenze (bzw. obere Grenze bei den Biotreibstoffen) sind bis zum Jahr 2020 gegenüber 2005 wie folgt:

- Spezifischer Energieverbrauch Industrie (integriert) je Produktionseinheit: < -14%
- Spezifischer Energieverbrauch Raumwärme: -30%
- Spezifischer Energieverbrauch der Flotte der benzingetriebenen PKW: -25%
- Anteil der Biokraftstoffe an den Treibstoffen: 25%

Bei den Modellsimulationen mit GINFORS wird die hinterlegte Information jeweils berücksichtigt. Aus Sicht der Bottom-up-Analysen technologisch unsinnige Entwicklungen werden damit ausgeschlossen. Damit ist der Ansatz vielen rein ökonomischen Modellstudien überlegen, die bei ausreichender Preisänderung oft sehr weitgehende Substitutionsmöglichkeiten der Produktionsfaktoren zwischen Technologiebündeln unterstellen, obwohl diese Substitutionsmöglichkeiten bis 2020 bzw. 2030 vor dem Hintergrund bestehender Kapitalstöcke begrenzt sind.

Modellgestützte Szenarienanalyse

In Modellanalysen wird üblicherweise die Szenariotechnik genutzt. Alternative Entwicklungen werden mit einer Referenzentwicklung verglichen, wobei sich die Szenarien in einer oder wenigen Vorgaben (hier: bestimmten Klimaschutzmaßnahmen) unterscheiden. Unterschiede in den Modellergebnissen werden dann auf die Vorgaben zurückgeführt. Die Szenarien sind nicht als Prognosen zu betrachten. Sie beschreiben verschiedene, in sich geschlossene Zukunftsvarianten.

Das Forschungsprojekt setzt den Einsatz eines globalen, nach Ländern und Gütergruppen disaggregierten Modells voraus, das die Interdependenzen zwischen wirtschaftlicher Entwicklung, Energieverbrauch und THG-Emissionen in einem dynamischen Ansatz zutreffend abbildet. GINFORS ist ein solches Modell, das bereits seit 10 Jahren entwickelt und eingesetzt wird. Es erfasst makroökonomische und sektorale Rückkopplungen. Die abgebildeten Märkte reagieren in erster Linie auf Preisänderungen, die für mehr Klimaschutz notwendig sind. Die Preissteigerungen durch Investitionen in Klimaschutz werden selbst bei Maßnahmen auftreten, die sich, wie etwa Wärmedämmung im Gebäudebereich, langfristig wegen sinkender Energiekosten einzelwirtschaftlich rechnen.

Besonderheiten von GINFORS im Vergleich zu anderen Modellen sind: (1) Die Verhaltensparameter sind ökonometrisch, d.h. auf Basis des Vergangenheitsverhaltens geschätzt, (2) Marktunvollkommenheiten werden berücksichtigt, sodass Entwicklungen nicht kostenminimal sein müssen und (3) der Detailgrad des Modells ist mit 50 Ländern und 2 Regionen sowie jeweils 41 Wirtschaftssektoren, die explizit modelliert werden, sehr hoch. Über 95% des Welt-Bruttoinlandsprodukts, des Welthandels und der weltweiten THG-Emissionen entstehen in den explizit abgebildeten Ländern.

Der Modelldatensatz und die darauf basierenden Schätzungen sind im Projektverlauf bis zum Jahr 2004 aktualisiert worden, um die Wirkung der bis dahin stark gestiegenen Energiepreise einzufangen. Um mögliche Verlagerungseffekte unilateraler Klimaschutzmaßnahmen zu erfassen, sind für 25 Gütergruppen und 50 Länder sowie 2 zusammengefasste Regionen bilateral Preiseinflüsse untersucht worden. So wird z.B. geprüft, welchen Einfluss relative Preise auf die deutschen Eisen- und Stahlimporte aus China und die entsprechenden Exporte nach China in der Vergangenheit gehabt haben.

Das Modell konzentriert sich auf die energiebedingten Emissionen, für die eine gute Datenbasis vorliegt. Da insbesondere in Schwellen- und Entwicklungsländern auch große kostengünstige Minderungspotentiale bei den nicht-energiebedingten Emissionen, vor allem aus Landnutzung, bestehen, könnte ihre umfassende Einbeziehung in ein Post-Kyoto-Abkommen die ausgewiesenen gesamtwirtschaftlichen Kosten noch etwas reduzieren bzw. zusätzliche Minderungspotenziale eröffnen.

Folgende Alternativszenarien sind teils in verschiedenen Varianten im Forschungsprojekt mit dem Modell durchgespielt worden:

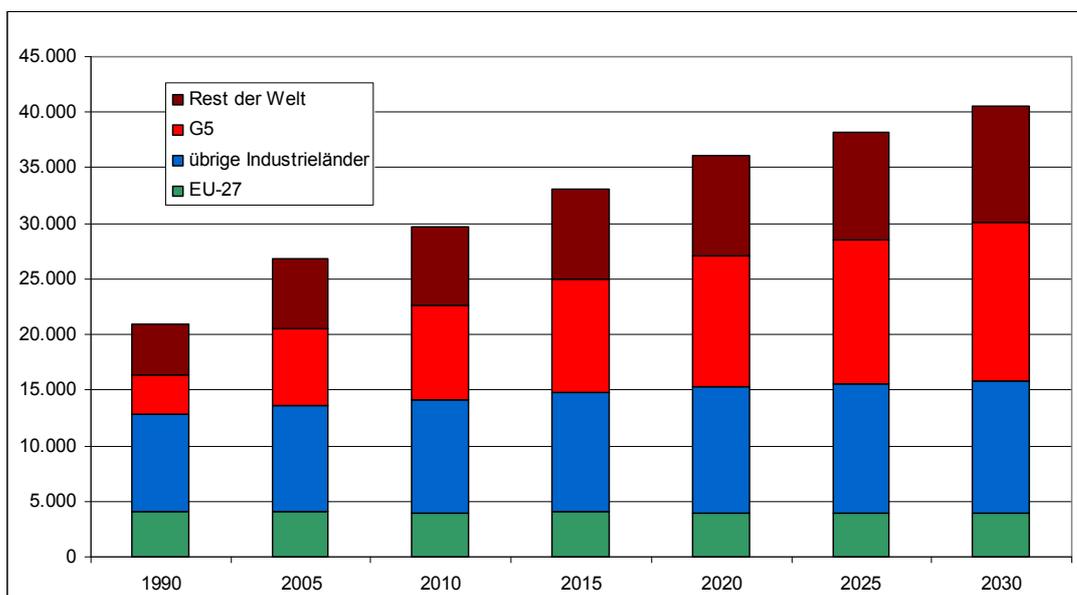
- (1) Eine unilaterale THG-Minderung der EU um 20% bis 2020 gegenüber 1990,
- (2) eine unilaterale THG-Minderung der EU um 30% bis 2020 gegenüber 1990 mit Nutzung flexibler Mechanismen,
- (3) eine Einbeziehung der übrigen Industrieländer mit Ausnahme der USA in (2),
- (4) eine Erweiterung von (3) um die USA und
- (5) eine Erweiterung von (4) um die G5-Staaten China, Indien, Brasilien, Mexiko und Südafrika, wobei für die Schwellenländer weniger stringente Vorgaben gelten als für die Industrieländer.

Referenzszenario

Das Referenzszenario orientiert sich bzgl. Bevölkerungsentwicklung, Wirtschaftswachstum, Energieverbrauch und Emissionsentwicklung an aktuellen nationalen und internationalen Projektionen, vor allem an der Referenzentwicklung des World Energy Outlook 2006 der Internationalen Energieagentur. Die Weltbevölkerung wird demnach bis 2030 auf über 8 Mrd. steigen. Die Weltwirtschaft wird, angetrieben durch die Schwellenländer, weiter deutlich wachsen. Die internationalen Energiepreise bleiben auf hohem Niveau, allerdings deutlich unter den aktuell erreichten Höchstständen. Verstärkter Klimaschutz findet weltweit nicht statt.

Die weltweiten energiebedingten CO₂-Emissionen steigen ohne zusätzliche Klimaschutzmaßnahmen bis zum Jahr 2030 um rund 50% gegenüber heute (2004). Gegenüber 1990, dem Basisjahr des Kyoto-Protokolls, verdoppeln sie sich fast. Die EU-27 wird im Jahr 2030 noch rund 10% der weltweiten Emissionen ausstoßen (2004 lag der Anteil noch bei 15%). Die Zunahme der Emissionen findet weitestgehend in den Schwellen- und Entwicklungsländern statt – besonders stark in China, das in wenigen Jahren weltweit größter CO₂-Emittent sein wird – für die das Kyoto-Protokoll keine Minderungsziele vorsieht. Ohne zusätzliche Klimaschutzmaßnahmen in allen maßgeblichen Ländern wird das Ziel, die weltweiten Emissionen bis 2050 um mindestens 50% gegenüber 1990 zu reduzieren, drastisch verfehlt; das von der EU angestrebte 2°C-Ziel wird mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit nicht erreicht.

Abb. 3: Energiebedingte CO₂-Emissionen im Referenzszenario in Mio. t



Deutschland wird seine Kyoto-Verpflichtung im Rahmen der EU-internen Lastenteilung von -21% gegenüber dem Basisjahr 1990/95 in der Periode 2008-2012 gerade einhalten. Danach werden die Emissionen nur noch leicht zurückgehen. Der aktuelle Politikstand (z.B. Kernenergieausstieg, Energiesteuersätze, Förderung Erneuerbarer Energien etc.) wird fortgeschrieben. Auch die EU-15 wird unter Berücksichtigung von Emissionsminderungen bei den übrigen THG sowie durch Anrechnung von Emissionsminderungsgutschriften im Senkenbereich (Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft) und durch Nutzung der flexiblen Mechanismen das Kyoto-Ziel von -8% gegenüber dem Basisjahr gerade einhalten.

In Tab. 1 sind wesentliche Annahmen und Parameter des Referenzszenarios für Deutschland, die EU, die übrigen Industrieländer und die G5-Staaten China, Indien, Brasilien, Mexiko und Südafrika zusammengestellt.

Tab. 1: Zentrale Größen des Referenzszenarios

BIP: Durchschnittliche jährliche Wachstumsraten		1990-2000	2000-2010	2010-2020	2020-2030
	in %				
Deutschland		2,1	1,4	1,5	1,3
EU-15		2,3	1,9	2,0	1,7
NMS-12		2,3	4,0	4,0	3,2
EU-27		2,3	2,1	2,2	1,9
übrige Industrieländer		3,5	2,6	2,3	2,0
<i>darunter: USA</i>		3,3	2,7	2,6	1,9
G5		6,7	6,8	5,1	3,6
Welt		3,6	3,9	3,4	2,7
Anteile am Welt-BIP					
	1990	2000	2010	2020	2030
in %					
Deutschland	5,7	4,9	3,9	3,2	2,8
EU-15	25,3	22,1	18,2	15,8	14,4
NMS-12	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7
EU-27	27,5	24,4	20,7	18,4	17,1
übrige Industrieländer	37,9	37,4	33,2	29,7	27,8
<i>darunter: USA</i>	23,6	22,9	20,4	18,8	17,4
G5	17,4	23,4	30,8	36,4	39,6
Welt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
energiebedingte CO ₂ -Emissionen					
	1990	2005	2010	2020	2030
Mio. t CO ₂					
Deutschland	966	829	806	797	757
EU-15	3.118	3.281	3.229	3.169	3.130
NMS-12	954	725	739	779	733
EU-27	4.072	4.007	3.968	3.949	3.863
übrige Industrieländer	8.716	9.542	10.160	11.374	12.001
<i>darunter: USA</i>	4.842	5.729	6.108	7.085	7.405
G5	3.585	7.009	8.495	11.789	14.215
Welt	20.683	26.703	29.613	35.975	40.326
CO ₂ -Emissionen: Abweichungen ggü. 1990					
	1990	2005	2010	2020	2030
in %					
Deutschland		-14,3	-16,6	-17,6	-21,7
EU-15		5,3	3,6	1,7	0,4
NMS-12		-24,0	-22,5	-18,3	-23,2
EU-27		-1,6	-2,5	-3,0	-5,1
übrige Industrieländer		9,5	16,6	30,5	37,7
<i>darunter: USA</i>		18,3	26,2	46,3	52,9
G5		95,5	137,0	228,9	296,6
Welt		29,1	43,2	73,9	95,0
Weitere Größen					
	1990	2000	2010	2020	2030
Bevölkerung Welt in Mio.	5.264	6.086	6.843	7.578	8.199
Bevölkerung DE in Mio.	79,3	82,2	82,6	82,2	81,4
Bevölkerung EU-27 in Mio.	439,7	483,7	492,8	494,0	490,7
CO ₂ -Zertifikatspreis in Euro2005/t			7,0	7,5	7,5
Ölpreis in US-Dollar2000/bbl.	17,9	28,0	50,0	47,0	60,0

Alternativszenarien

Mit dem Modell GINFORS sind verschiedene Szenarien der Beteiligung an einem Kyoto-Nachfolgeabkommen analysiert worden. Die Kosten der zusätzlichen Klimaschutzmaßnahmen in den Szenarien werden durch die Abweichung des Bruttoinlandsprodukts (BIP) im Vergleich zum Referenzszenario beschrieben, wobei sämtliche gesamtwirtschaftlichen und sektoralen Rückkopplungen, national wie international, enthalten sind.

Die Alternativszenarien lassen sich in zwei Gruppen unterteilen. Zunächst wird anhand der von der EU beschlossenen THG-Minderung um 20% bis 2020 gegenüber 1990 untersucht, welche gesamtwirtschaftlichen und sektoralen Effekte sich für die europäischen Volkswirtschaften ergeben könnten, wenn der Rest der Welt sich nicht am Klimaschutz beteiligen sollte. Ein solcher klimapolitischer Alleingang wird von der EU nicht angestrebt, ist derzeit aber nicht völlig ausgeschlossen. Dabei ist zu beachten, dass die Konkretisierung der Rahmenbedingungen der beschlossenen THG-Minderung und die Ausgestaltung der EU-internen Lastenteilung sich gegenwärtig im politischen Entscheidungsprozess befinden. Insofern müssen eine ganze Reihe von Annahmen getroffen werden. In einer zweiten Gruppe von Alternativszenarien werden unterschiedliche Länderbeteiligungen an einem Post-Kyoto-Regime analysiert.

Unilaterales 20%-THG-Minderungsziel der EU bis 2020 (Szenario EU-1):

Wichtig für die Ergebnisse ist die konkrete Ausgestaltung des Klimaregimes: Für dieses Projekt wird angenommen, dass die EU nach 2012 auf eine faire Lastenverteilung durch einheitliche prozentuale Minderungen in allen EU-Mitgliedstaaten setzt, entweder bezogen auf die Kyoto-Ziele (EU-15) oder auf die (erwarteten) tatsächlichen Emissionen im Zeitraum 2008-12 (NMS-12). Beim Emissionshandel (ETS-Bereich) werden die Zertifikate in der Energiewirtschaft auktioniert. Durch Benchmarking in energieintensiven Industrien bleiben die Unternehmen direkt unbelastet, wenn sie einen geforderten Branchenwert einhalten. Der Emissionshandel wird gegenüber heute nur um den Flugverkehr (EU-interne Flüge sowie internationale Flüge zu 50%) erweitert. Im Nicht-ETS-Bereich (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Haushalte, Verkehr) wird eine CO₂-Steuer (keine politische Empfehlung) als Näherungswert für vielfältige klimapolitische Maßnahmen im Modell implementiert. Die Einnahmen werden aufkommensneutral über Steuerentlastungen zurückgegeben. Die Nutzung flexibler Mechanismen ist in diesem Szenario nicht vorgesehen.

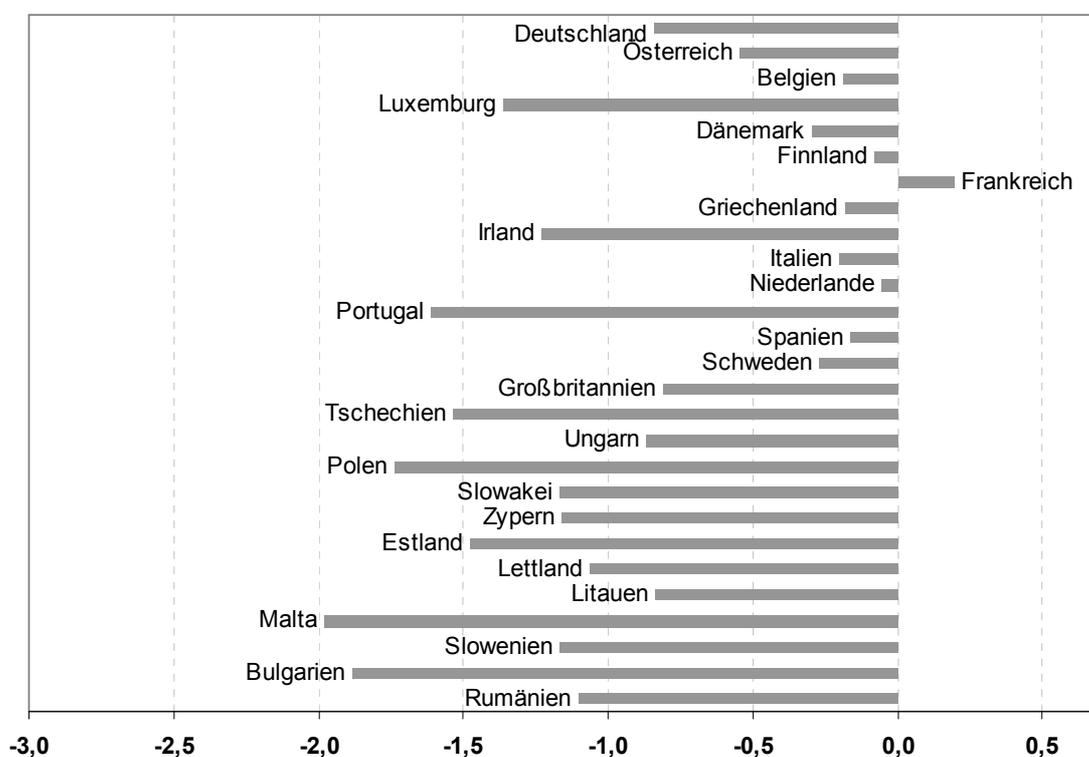
Zur Erreichung des einseitigen EU-Minderungsziels wird der CO₂-Zertifikatspreis auf 30 Euro₂₀₀₅/t ansteigen, was umgerechnet etwa 10 Cent/l Heizöl entspricht. Um in den nicht vom Emissionshandel erfassten Bereichen die gleichen prozentualen Minderungen wie im ETS-Bereich zu erreichen, sind Instrumente notwendig, die in der EU-15 einem CO₂-Preis von 100 Euro₂₀₀₅/t entsprechen. In den neuen Mitgliedsstaaten reichen dazu aufgrund der vergleichsweise hohen wirtschaftlichen Energieeffizienzpotenziale Preise von 50 Euro.

Im Vergleich zum Referenzszenario werden die Volkswirtschaften der EU-27 durch die höheren CO₂-Vermeidungskosten belastet. Das Bruttoinlandsprodukt (BIP) der EU-27 wird im Jahr 2020 um 0,6% oder 73 Mrd. Euro niedriger liegen als im Referenzszenario. Zwischen 2013 und 2020 summiert sich der BIP-Verlust auf rund 560 Mrd. Euro. Wesentlicher Grund ist die verschlechterte internationale Wettbewerbsfähigkeit, die zu sinkenden Exporten und trotz niedrigerer Energierohstoffimporte zu insgesamt steigenden Importen führt. Außerdem reduzieren die höheren Preise auch die

inländische Nachfrage. Die Wachstumsdynamik, d.h. die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate des BIP, bleibt aber nahezu unverändert.

Innerhalb der EU-27 streuen die BIP-Effekte aufgrund der unterschiedlichen Kohlenstoffintensität der Volkswirtschaften und insbesondere der Stromerzeugung. Volkswirtschaften mit Exportüberschüssen sind überdurchschnittlich betroffen. Besonders deutlich werden die neuen Mitgliedsstaaten (NMS-12) wegen ihrer hohen Kohlenstoffintensität belastet. Dort sinken auch die Emissionen gegenüber dem Referenzszenario überdurchschnittlich. Frankreich kann aufgrund der geringen CO₂-Emissionen bei der überwiegend auf Kernenergie basierenden Stromerzeugung und der eher geringen Exportabhängigkeit sogar leicht vom EU-Alleingang profitieren. Die meisten Staaten außerhalb der EU können ihre Wirtschaftsleistung durch eine im Vergleich zur EU verbesserten internationalen Wettbewerbsfähigkeit gegenüber dem Referenzszenario steigern. Nur einige wichtige Energielieferländer verlieren Absatzmärkte in der EU.

Abb. 4: Bruttoinlandsprodukt in Preisen von 1995 im Szenario EU-1: Abweichungen vom Referenzszenario im Jahr 2020 in vH

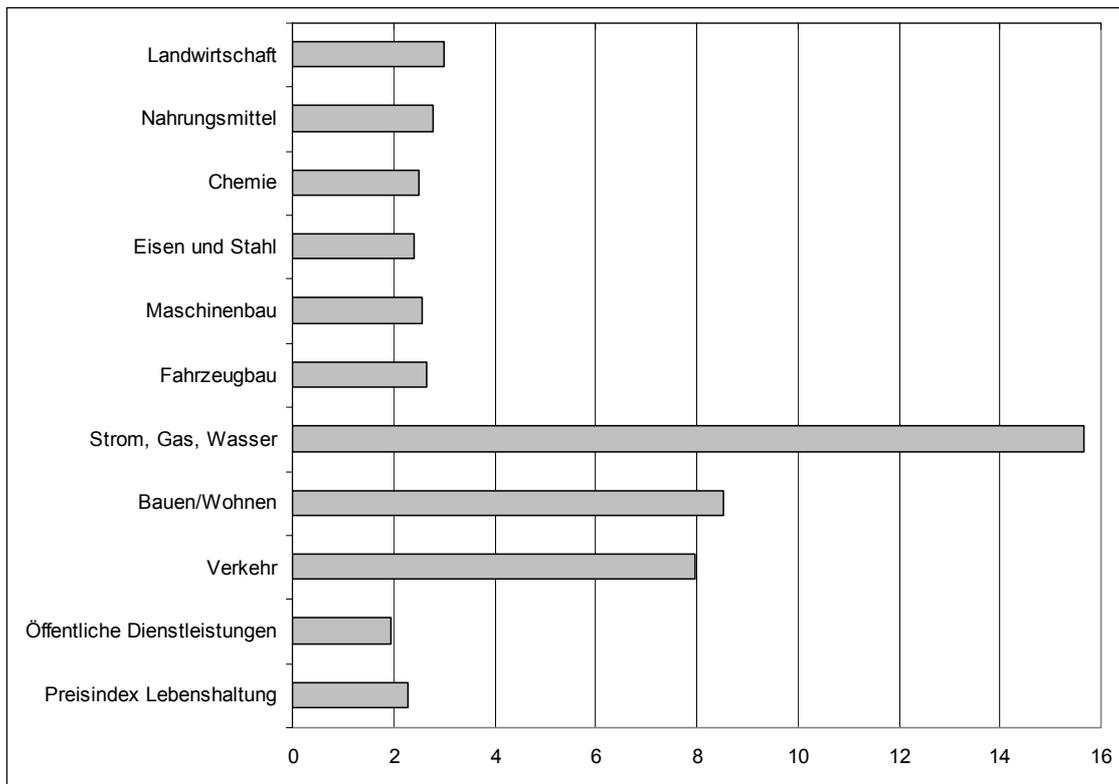


Bei einzelnen energieintensiven Unternehmen, die im internationalen Wettbewerb stehen, droht trotz der gewählten günstigen Ausgestaltung des ETS die Gefahr von Produktionsverlagerungen. Gerade die indirekte Belastung über höhere Strompreise etwa bei der Aluminiumproduktion ist schwer abzufangen.

Die weltweiten CO₂-Emissionen liegen gegenüber dem Referenzszenario im Jahr 2020 gerade 1,4% (504 Mio. t) niedriger. Durch Produktionsverlagerung steigen die Emissionen außerhalb der EU um 14% (85 Mio. t CO₂) der in der EU-27 vermiedenen Emissionen (589 Mio. t CO₂) an. Positive Wachstumseffekte und vermehrte CO₂-Emissionen (carbon leakage) sind besonders in den USA und den G5-Staaten sichtbar. Mit Blick auf das 2°-Ziel der EU ist ein EU-Alleingang nur dann angemessen, wenn er zur Beteiligung weiterer Länder an einem internationalen Klimaregime führt.

In Deutschland liegt der BIP-Rückgang im Vergleich zum Referenzszenario im Jahr 2020 mit 0,8% oder 22 Mrd. Euro etwas über dem EU-Durchschnitt. Der BIP-Verlust summiert sich im Zeitraum 2013-2020 auf 123 Mrd. Euro. Die Pro-Kopf-Einkommen liegen damit um rund 275 Euro niedriger. Gründe sind die hohe Exportorientierung und die überdurchschnittliche CO₂-Intensität der Stromerzeugung bei fortgesetztem Kernenergieausstieg in 2020. Klimaschutztechnologien, die die Exportrückgänge ausgleichen könnten, werden im Fall des klimapolitischen Alleingangs außerhalb der EU nicht zusätzlich nachgefragt. Die höchsten Preissteigerungen treten bei Strom, Gas und Wasser (15,7%) und in den Bereichen Bauen und Wohnen (8,5%) sowie im Verkehr (8%) auf.

Abb. 5: Preiseffekte in Deutschland: Szenario EU-1 im Vergleich zum Referenzszenario im Jahr 2020 in vH



Bedeutung der Ausgestaltung eines EU-Alleingangs:

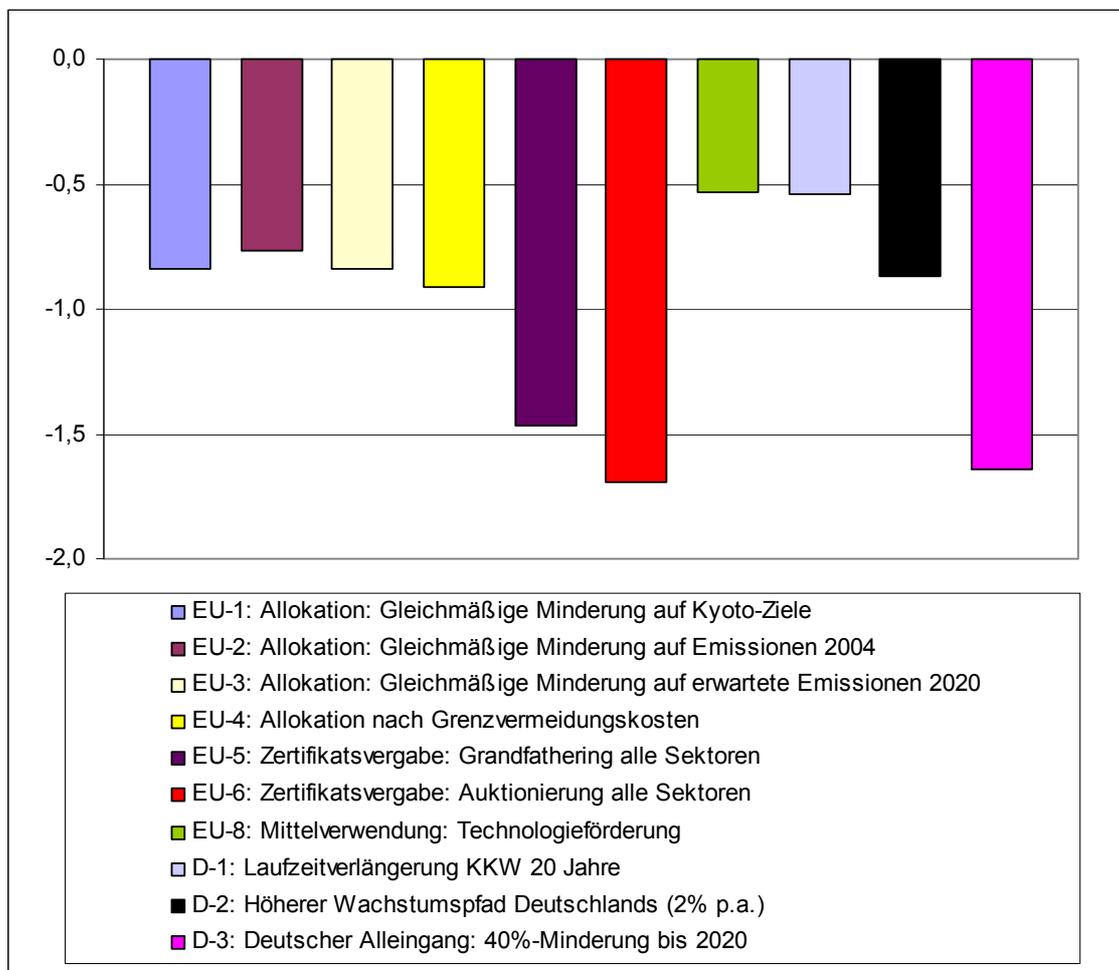
Die EU-Kommission wird im Januar 2008 u.a. einen Vorschlag für eine Lastenteilung beim Klimaschutz innerhalb der EU-27 vorlegen. Die Effekte verschiedener Verteilregeln, die ausgehend von den tatsächlichen oder erwarteten Emissionen in alternativen Basisjahren prozentual gleiche THG-Minderungen für alle EU-Staaten vorsehen, sind im Projekt quantifiziert worden. Für eine kleine Ländergruppe, darunter Deutschland und die Benelux-Staaten, spielt die Wahl der Verteilregel für die Minderungslast im Rahmen des zukünftigen EU-internen „burden sharing“ eine eher untergeordnete Rolle. Für viele EU-Staaten hat die Wahl des Basisjahres für die Verteilregel aber große Bedeutung. Für Spanien und Polen beträgt die Spanne der ermittelten Minderungsleistungen mit dem Zertifikatspreis multipliziert jährlich jeweils mehr als 2 Mrd. Euro.

Tab. 2: Zentrale Ergebnisgrößen für das Jahr 2020

	Szenario	Ausgestaltung	Abweichung von der Referenz in vH			geg. 1990
				BIP	CO ₂	in vH
Länder-Beteiligung: EU-27 unilateral	EU-1	Länder-Beteiligung: EU-27 unilateral	DE:	-0,84	-15,8	-30,6
		CO ₂ -Preis im ETS: 30 Euro/t	EU-15:	-0,41	-13,2	-11,7
		Äquivalenter CO ₂ -Preis im Nicht-ETS:	NMS-12:	-1,41	-22,0	-36,3
		100 Euro/t in EU-15, 50 Euro/t in NMS-12	EU-27:	-0,55	-14,9	-17,5
		Nutzung der flexiblen Mechanismen: nein	USA:	0,13	0,1	46,5
		EU-Lastenteilung auf Basis der Emissionen 2004	G5:	0,41	0,2	229,6
		Zuteilung: Auktionierung Energiewirtschaft	Welt:	0,13	-1,4	71,5
EU-6	wie Szenario EU-1 außer Zuteilung: Auktionierung alle Sektoren	DE:	-1,69	-16,2	-30,9	
		EU-15:	-1,17	-13,5	-12,1	
		NMS-12:	-2,66	-22,3	-36,5	
		EU-27:	-1,38	-15,3	-17,8	
		USA:	0,13	0,1	46,5	
		G5:	0,38	0,2	229,6	
		Welt:	-0,05	-1,5	71,4	
EU-8	wie Szenario EU-1 außer Verwendung der Einnahmen der Auktionierung zur Technologieförderung	DE:	-0,53	-17,3	-31,9	
		EU-15:	-0,18	-13,4	-12,0	
		NMS-12:	-0,90	-21,9	-36,2	
		EU-27:	-0,28	-15,1	-17,7	
		USA:	0,02	0,0	46,4	
		G5:	-0,02	0,0	228,8	
		Welt:	-0,11	-1,6	71,1	
EU-11	wie Szenario EU-1 außer 30%-Minderung EU-27 unilateral Nutzung der flexiblen Mechanismen: 50% CO₂-Preis im ETS: 23 Euro/t	DE:	-0,95	-10,7	-26,4	
		EU-15:	-0,58	-8,8	-7,2	
		NMS-12:	-1,26	-15,2	-30,7	
		EU-27:	-0,68	-10,0	-12,7	
		USA:	0,09	0,1	46,5	
		G5:	0,72	-4,3	214,9	
		Welt:	0,20	-2,4	69,8	
D-1	wie Szenario EU-1 außer Verlängerung der KKW-Laufzeiten in Deutschland um 20 Jahre	DE:	-0,55	-23,9	-37,3	
		EU-15:	-0,34	-15,2	-13,8	
		NMS-12:	-1,37	-22,0	-36,2	
		EU-27:	-0,48	-16,5	-19,1	
		USA:	0,13	0,1	46,5	
		G5:	0,42	0,2	229,6	
		Welt:	0,15	-1,6	71,2	
D-3	wie Szenario EU-1 außer 40%-Minderungsziel Deutschlands	DE:	-1,64	-25,8	-38,8	
		EU-15:	-0,56	-15,8	-14,4	
		NMS-12:	-1,51	-22,2	-36,4	
		EU-27:	-0,70	-17,0	-19,5	
		USA:	0,15	0,2	46,6	
		G5:	0,45	0,3	229,7	
		Welt:	0,13	-1,6	71,1	
Länder-Beteiligung: multilateral	USA	wie Szenario EU-11 außer	DE:	-0,51	-10,4	-26,2
		Länder-Beteiligung: alle Industrieländer	EU-15:	-0,45	-8,6	-7,1
		CO ₂ -Preis im ETS: 23 Euro/t	NMS-12:	-1,24	-15,0	-30,6
		Einheitliche CO₂-Preise in allen Industrieländern	EU-27:	-0,56	-9,9	-12,6
		Minderungsziele der übrigen Industrieländer als Modellergebnis	USA:	-1,03	-22,6	13,3
		Nutzung der flexiblen Mechanismen: 50%	G5:	0,47	-7,9	203,0
	G5-1	wie Szenario USA außer Länder-Beteiligung: alle Industrieländer und G-5 CO ₂ -Preis im ETS: 23 Euro/t CO₂-Steuer in G5 (alle Sektoren): 23 Euro/t Nutzung der flexiblen Mechanismen: 50% Keine flexiblen Mechanismen in G5 erlaubt	DE:	-0,71	-10,6	-26,3
			EU-15:	-0,61	-8,8	-7,2
			NMS-12:	-1,61	-15,1	-30,7
G5-2	wie Szenario G5-1 außer CO₂-Steuer in G5 (alle Sektoren): 5,75 Euro/t	EU-27:	-0,75	-10,0	-12,7	
		USA:	-1,02	-22,6	13,3	
		G5:	-1,92	-20,3	162,2	
		Welt:	-1,69	-16,4	45,4	
		DE:	-0,59	-10,5	-26,2	
		EU-15:	-0,51	-8,7	-7,2	
NMS-12:	-1,36	-15,1	-30,6			
EU-27:	-0,63	-9,9	-12,7			
USA:	-1,04	-22,6	13,3			
G5:	-0,54	-8,9	199,6			
Welt:	-1,05	-12,6	52,1			

Die Zuteilungsmethode (Szenario EU-6) für die CO₂-Zertifikate beeinflusst die Ergebnisse ebenfalls deutlich. Besonders negative gesamtwirtschaftliche Wirkungen treten auf, wenn die Zertifikate in den energieintensiven Sektoren wie z.B. der Eisen- und Stahlindustrie versteigert werden. Die im unmittelbaren internationalen Wettbewerb stehenden Industrien müssen die Zertifikatskosten weitergeben und verlieren Weltmarktanteile, was im Vergleich zum Referenzszenario einen Produktions- und Beschäftigungsrückgang im Inland sowie weitere indirekte Effekte in den Volkswirtschaften auslöst. Würden die CO₂-Zertifikate stattdessen über Benchmarking-Verfahren kostenlos an diese Industrien zugeteilt, würde die Belastung der Industrien deutlich abgeschwächt und nur Unternehmen mit überdurchschnittlichen Emissionen aufgrund veralteter Produktionsanlagen müssten dann in bedeutendem Umfang Zertifikate erwerben. Das Problem steigender Stromkosten bleibt für diese Industrien jedoch bestehen. Aber auch die kostenlose Zuteilung an die Energiewirtschaft hätte negative Auswirkungen, weil die anfallenden „windfall profits“ weitgehend dem Wirtschaftskreislauf entzogen werden.

Abb. 6: Prozentuale Abweichungen des realen Bruttoinlandsprodukts Deutschlands von der Referenz in verschiedenen Szenarien des EU-Alleingangs im Jahr 2020



Die Verwendung der Einnahmen aus der Versteigerung in der Energiewirtschaft, die in Deutschland im Jahr 2020 rund 9 Mrd. Euro bzw. in der EU-27 rund 40 Mrd. Euro betragen werden, zur schnelleren Einführung von CO₂-Minderungstechnologien (Szenario EU-8) könnte zu einer Halbierung der Klimaschutzkosten führen, sofern die Maßnahmen so effizient sind, wie dies z.B. die Bundesregierung vom CO₂-

Gebäudesanierungsprogramm erwartet. Durch Nutzung flexibler Mechanismen (Szenario EU-11) wie CDM, d.h. durch Anrechnung von Minderungsleistungen in Schwellen- und Entwicklungsländern auf die eigene Zielerreichung, können die Klimaschutzkosten in der EU ganz erheblich reduziert werden. Die Kosten, die der EU-27 bei einer einseitigen 30%-THG-Minderung entstehen, zu der die flexiblen Mechanismen maximal zur Hälfte beitragen dürfen, sind nur unwesentlich höher als bei dem von der EU-27 verfolgten einseitigen 20%-THG-Minderungsziel ohne Nutzung der flexiblen Mechanismen.

Die Szenarien verdeutlichen, dass je nach dem Zuteilungsverfahren, der Verwendung möglicher Auktionierungseinnahmen und der Nutzung flexibler Mechanismen die Klimaschutzkosten der EU bei gleichem Minderungsziel auch doppelt oder nur halb so hoch sein könnten. Die wesentlichen wirtschaftspolitischen Entscheidungen dazu stehen in den kommenden Monaten vor allem auf EU-Ebene an. Die Kombination verschiedener Optionen könnte die Klimaschutzkosten über die dargestellte Bandbreite hinaus erhöhen oder reduzieren.

Für Deutschland sind zusätzliche Sonderrechnungen durchgeführt worden. Eine Verlängerung der KKW-Laufzeiten (Szenario D-1) könnte die gesamtwirtschaftlichen Kosten des Klimaschutzes in Deutschland fast halbieren und zusätzlich die Emissionsminderung deutlich erhöhen. Sollte Deutschland dagegen im Alleingang eine Minderung der THG-Emissionen um 40% bis 2020 (Szenario D-3) anstreben, ohne dass andere Länder sich am Klimaregime beteiligen, könnten sich die Minderungskosten für Deutschland verdoppeln. Bei höherem Wirtschaftswachstum (Szenario D-2) steigen auch die relativen Klimaschutzkosten leicht an.

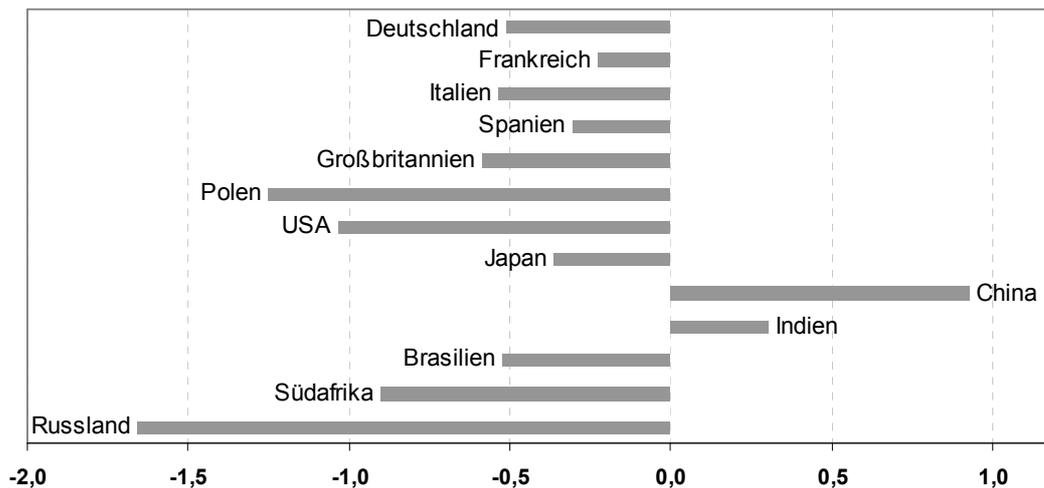
30%-THG-Minderungsziel der EU bis 2020 bei internationaler Beteiligung:

Im Fall der Beteiligung aller Industrieländer (Annex-I-Staaten) und der großen Schwellenländer (G5) an einem internationalen Klimaregime wird die EU ihre THG-Emissionen gegenüber 1990 um 30% senken. Bei Nutzung flexibler Mechanismen in Höhe von maximal 50% der Gesamtminderung wird die EU ihr Ziel bei einem Zertifikatspreis von 23 Euro₂₀₀₅/t CO₂ im Jahr 2020 erreichen können (Kosten im Nicht-ETS-Bereich: 100 Euro/t in der EU-15, 50 Euro/t CO₂ in den NMS-12). Emissionshandel zwischen Industrieländern ist in diesem Szenario vorgesehen. Da die genaue Beteiligung der übrigen Industrieländer noch offen ist, wird untersucht, welche Effekte sich in diesen Ländern bei vergleichbaren Preisimpulsen wie in der EU ergeben würden.

Für die EU-27 wirkt sich die Beteiligung der übrigen Industrieländer (Szenario USA, ohne G5-Staaten, BIP-Differenz in 2020 -0,56%) am Klimaregime im Vergleich zu einem Alleingang mit gleichem Minderungsziel (EU-11, BIP-Differenz -0,68%) ökonomisch leicht positiv aus. Die EU hat internationale Wettbewerbsvorteile bei Effizienz- und Klimaschutztechnologien. Trotz der weltweit sinkenden Wirtschaftsleistung (um -0,6%) und des insgesamt sinkenden Welthandels, immer im Vergleich zum EU-Alleingang, stellt sich die EU gegenüber anderen Industrieländern relativ besser (vgl. Tab. 2). Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die weltweite Nachfrage nach „traditionellen“ Exportgütern aufgrund niedrigerer Wirtschaftsleistung gleichzeitig im Vergleich zum Referenzszenario zurückgehen wird. Überdurchschnittliche BIP-Verluste weisen die USA auf, in denen die Emissionsminderung beim gleichen CO₂-Preis sehr viel höher ausfällt als in der EU-27.

Durch die CO₂-preisbedingte Verlagerung emissionsintensiver Produktion aus den Industriestaaten in die G5-Staaten können vor allem China und Indien ihr BIP gegenüber dem Referenzszenario steigern. Deutschland kann im EU-Vergleich überdurchschnittlich von der wirksamen Einbeziehung aller Industrieländer in ein Kyoto-Nachfolgeabkommen profitieren. Anders als im Fall des EU-Alleingangs (Szenario EU-11) liegt der BIP-Verlust leicht unter dem EU-Durchschnitt.

Abb. 7: Bruttoinlandsprodukt in Preisen von 1995 im Szenario USA in ausgewählten Staaten: Abweichungen vom Referenzszenario im Jahr 2020 in vH



Die weitgehende (Szenario G5-1) oder begrenzte (Szenario G5-2) Beteiligung der G5-Staaten China, Indien, Brasilien, Mexiko und Südafrika am Klimaregime der Industrieländer führt dazu, dass auch diese Länder volkswirtschaftliche Kosten des Klimaschutzes in Form eines BIP-Verlusts im Vergleich zum Referenzszenario zu tragen haben werden. Der prozentuale BIP-Rückgang in den G5-Staaten (-1,9%) fällt bei vollumfänglicher Beteiligung (gleich hohe CO₂-Preise wie in den Industrieländern) höher aus als in den Industrieländern (-1,0%). Auch aus diesem Grund dürften sich diese Länder zunächst wohl nur mit weniger anspruchsvollen Verpflichtungen an einem Klimaschutzregime beteiligen. Die EU-27 wäre dagegen ein relativer ökonomischer Gewinner eines umfassenden Klimaschutzregimes, in dem die Industrieländer und die G5-Staaten vergleichbare Verpflichtungen übernehmen. Die höheren BIP-Verluste im Vergleich zum Referenzszenario in anderen Teilen der Welt verdeutlichen, dass ein weitreichendes Klimaschutzabkommen im Sinne des 2°-Ziels der EU nicht einfach zu erreichen sein wird. Energielieferländer sind die größten Verlierer eines internationalen Klimaregimes, weil die Nachfrage nach ihren Exportgütern deutlich sinkt.

Abb. 8: Bruttoinlandsprodukt in Preisen von 1995 im Szenario G5-1 in ausgewählten Staaten: Abweichungen vom Referenzszenario im Jahr 2020 in vH

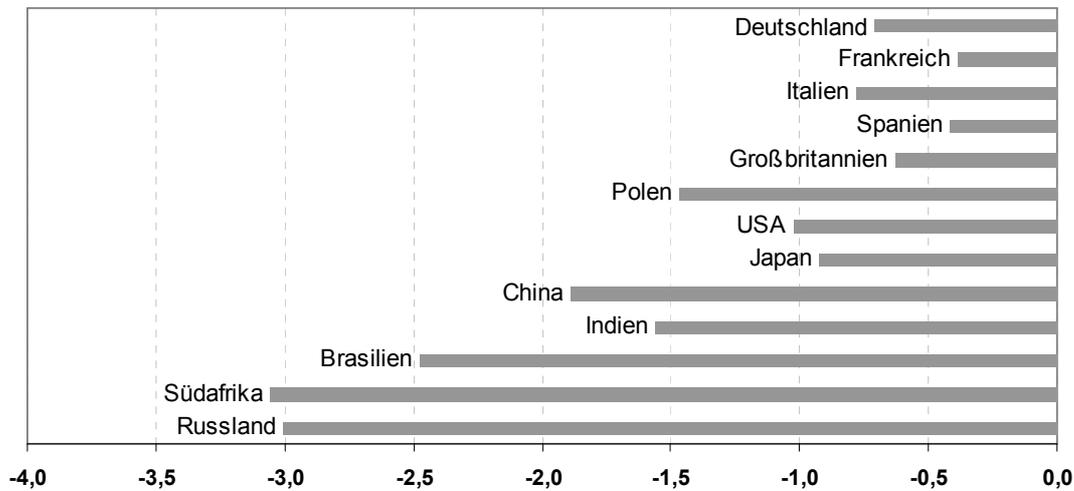
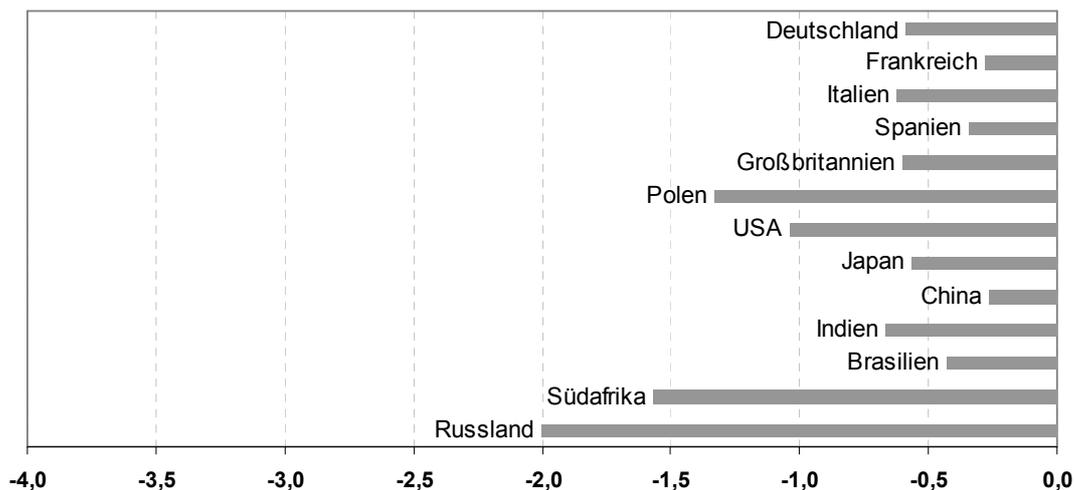


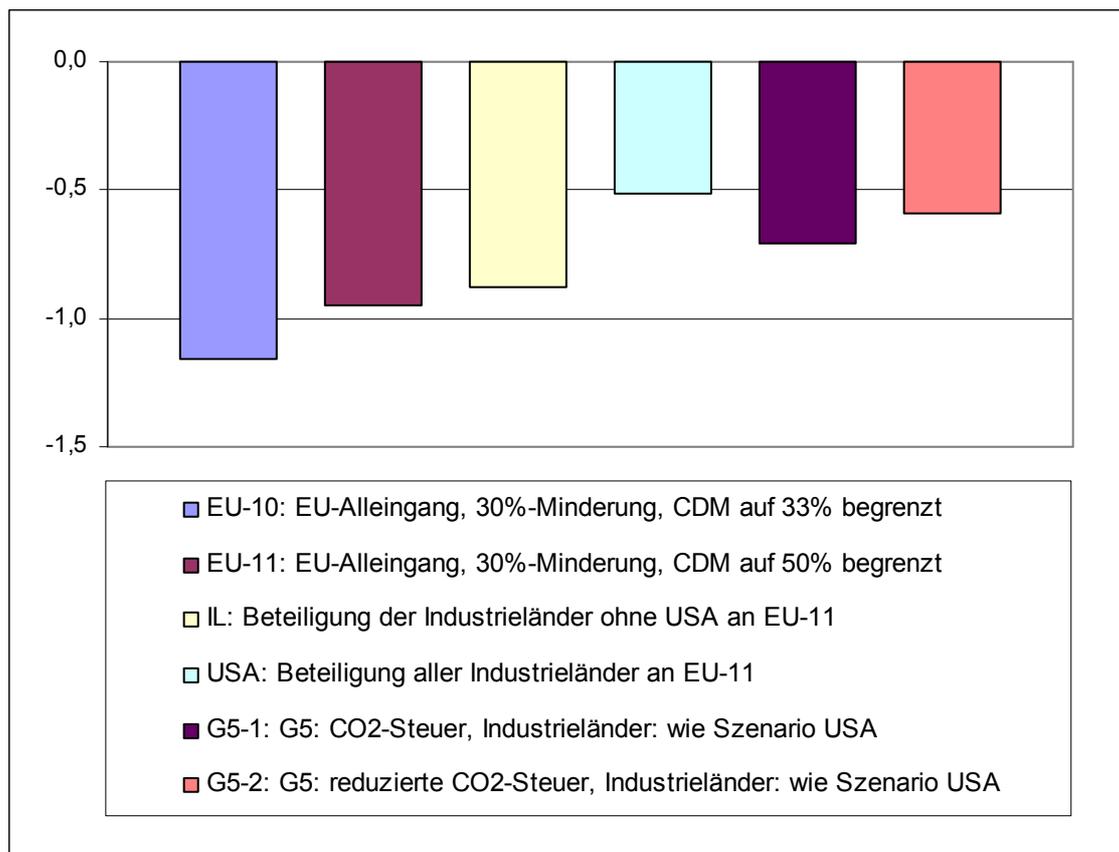
Abb. 9: Bruttoinlandsprodukt in Preisen von 1995 im Szenario G5-2 in ausgewählten Staaten: Abweichungen vom Referenzszenario im Jahr 2020 in vH



Deutschland kann seine Klimaschutzkosten durch Teilnahme der übrigen Industrieländer (vor allem der USA) am Klimaschutzregime im Vergleich zum EU-Alleingang reduzieren. Deutschland hat auf der einen Seite internationale Wettbewerbsvorteile bei Klimaschutzgütern. Auf der anderen Seite geht aber das Welthandelsvolumen insgesamt leicht zurück, was die Wirkung des positiven Wettbewerbseffekts begrenzt. Auch CDM-Maßnahmen in Schwellen- und Entwicklungsländern senken die Klimaschutzkosten.

Die weltweiten BIP-Wirkungen der Modellrechnungen stehen auch in der Höhe in Einklang mit aktuellen Analysen des IPCC: Je nach Betrachtung lässt sich argumentieren, dass das Bruttoinlandsprodukt (Niveau) in am Klimaregime beteiligten Ländern bezogen auf ein bestimmtes Jahr gegenüber der Referenzentwicklung merklich niedriger liegt, oder dass das jährliche Wirtschaftswachstum (Wachstumsrate) sich dadurch nur marginal verändert. Die BIP-Verluste nehmen mit der Höhe des CO₂-Preises bzw. der angestrebten THG-Minderung zu.

Abb. 10: Prozentuale Abweichung des realen Bruttoinlandsprodukt Deutschlands von der Referenz in verschiedenen internationalen Szenarien im Jahr 2020



Klimaschutzwirkungen der untersuchten Szenarien:

Ohne ein weitreichendes Klimaschutzabkommen nach 2012 werden sich die weltweiten Emissionen bis zum Jahr 2030 gegenüber 1990 etwa verdoppeln. Ein Alleingang der EU wäre klimapolitisch „nur ein Tropfen auf den heißen Stein“. Dieser kann nur der Glaubwürdigkeit in internationalen Verhandlungen dienen, um andere Staaten zu gemeinsamem Handeln zu bewegen. Nur bei Beteiligung aller Industrie- und zumindest der großen Schwellenländer (G5) kann die weltweite Emissionsentwicklung unter Nutzung vorhandener marktreifer Minderungstechnologien bis zum Jahr 2020 gegenüber 2010 stabilisiert werden, was einer Zunahme gegenüber 1990 von 45% entspricht. Die Beteiligung bedeutet für die USA wie die G5-Staaten immer noch eine Zunahme der CO₂-Emissionen gegenüber 1990.

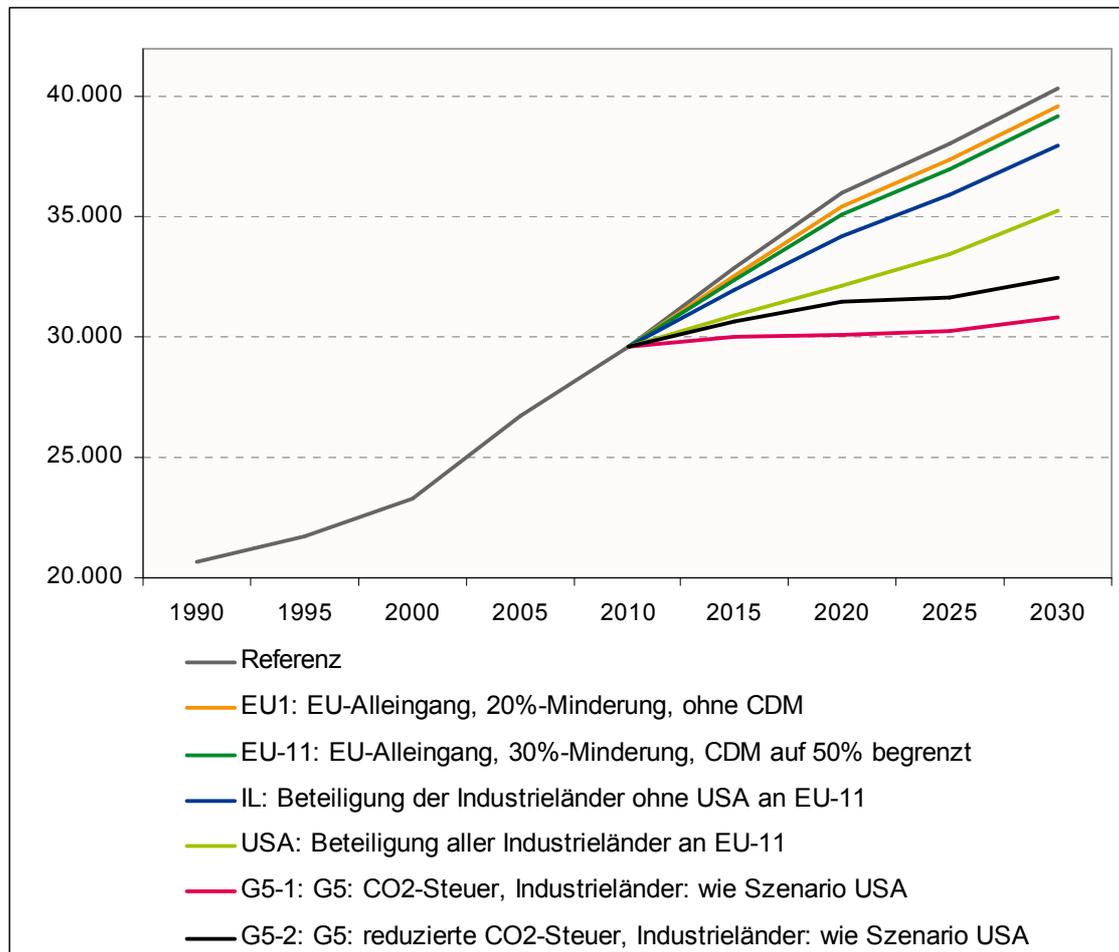
Bei zusätzlicher Beteiligung einiger hier nicht berücksichtigter Staaten an dem Klimaregime und der Nutzung weiterer kostengünstiger THG-Minderungsmöglichkeiten bei Nicht-CO₂-Gasen und Senken könnte bis zum Jahr 2020 bereits eine Trendumkehr bei den weltweiten Emissionen gelingen ohne das weltweite Wachstum deutlich zu verringern.

Die energiebedingten CO₂-Emissionen Deutschlands liegen in den Szenarien mit internationaler Beteiligung um gut 26% (die gesamten THG-Emissionen rund 30%) unter dem Wert von 1990. Weitere THG-Minderungen werden über Emissionshandel und CDM-Maßnahmen im Ausland finanziert (anrechenbare und tatsächliche im Inland realisierte THG-Minderungen fallen deutlich auseinander).

Wenn dann nach 2020 umfangreiche neue Minderungstechnologien zur Verfügung stehen, die auch in Schwellen- und Entwicklungsländern eingesetzt werden können, ist

das 2°-Ziel der EU, das wenigstens eine Halbierung der weltweiten Emissionen bis zum Jahr 2050 verlangt, vielleicht noch zu erreichen. Dazu werden bis zum Jahr 2020 neben der Etablierung eines möglichst weltweiten Kohlenstoffmarktes umfassende Technologieentwicklungen notwendig sein, deren Förderung möglichst international abgestimmt werden sollte.

Abb. 11: Globale energiebedingte CO₂-Emissionen in den Szenarien



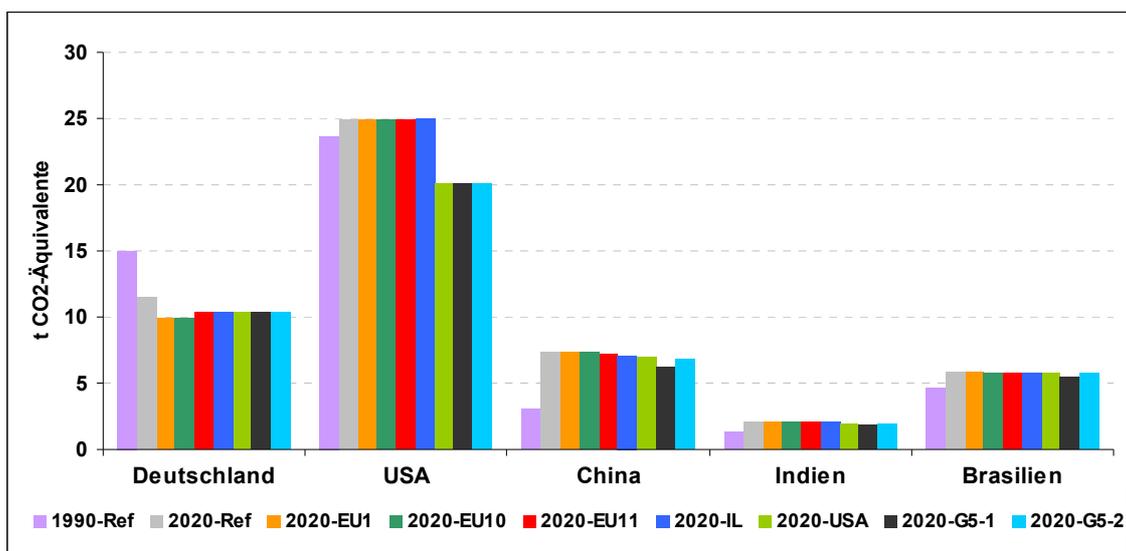
Kriterien

Im Forschungsprojekt sind ökonomische, ökologische, Gerechtigkeits- und politische Kriterien mit Blick auf die Lastenverteilung in einem zukünftigen Klimaregime untersucht worden. Wesentliche ökonomische Leitkriterien für die Länder sind die Minimierung der gesamtwirtschaftlichen Kosten und die Möglichkeit weiterer wirtschaftlicher Entwicklung bzw. eines Aufholprozesses für die Schwellenländer. Neben dem ökologischen Kriterium der tatsächlichen globalen THG-Minderung werden aber auch weniger gut quantifizierbare Gerechtigkeits- und politische Kriterien eine wichtige Rolle für die anstehenden Klimaverhandlungen spielen. Die wesentlichen ökonomischen und ökologischen Kriterien, nämlich die Emissionen und das Bruttoinlandsprodukt absolut und Pro-Kopf sind für die einzelnen Szenarien im Projekt quantifiziert worden.

Die Auswertung der Simulationsergebnisse verdeutlicht, dass Industrie- wie Schwellenländer auch in einem anspruchsvollen Klimaregime ihre wesentlichen ökonomischen Ziele erreichen können. Eine deutliche Senkung der Pro-Kopf-

Emissionen führt in beiden Ländergruppen nur zu einem geringen Rückgang des Pro-Kopf-Einkommens im Vergleich zum Referenzszenario. Die Dynamik des Wirtschaftswachstums in den Industrieländern und der Aufholprozess der Schwellenländer bleiben weitestgehend erhalten. Die in absoluten Zahlen trotzdem enormen BIP-Verluste sollten weltweit minimiert und gerecht verteilt werden. Die THG-Intensität wird sich zwischen Industrie- und Schwellenländern in Zukunft in allen Szenarien annähern.

Abb. 12: THG-Emissionen pro Kopf in t in ausgewählten Ländern und Szenarien



Bei den CO₂- (wie den THG-) Emissionen pro Kopf werden die Industrieländer in allen Szenarien deutlich über den Schwellen- und Entwicklungsländern liegen. Allerdings wird von den explizit betrachteten Ländern nur Indien innerhalb des Bereichs von 1-2 t CO₂/Kopf bleiben, der im Jahr 2050 noch im Einklang mit dem 2°-Ziel der EU stehen dürfte.

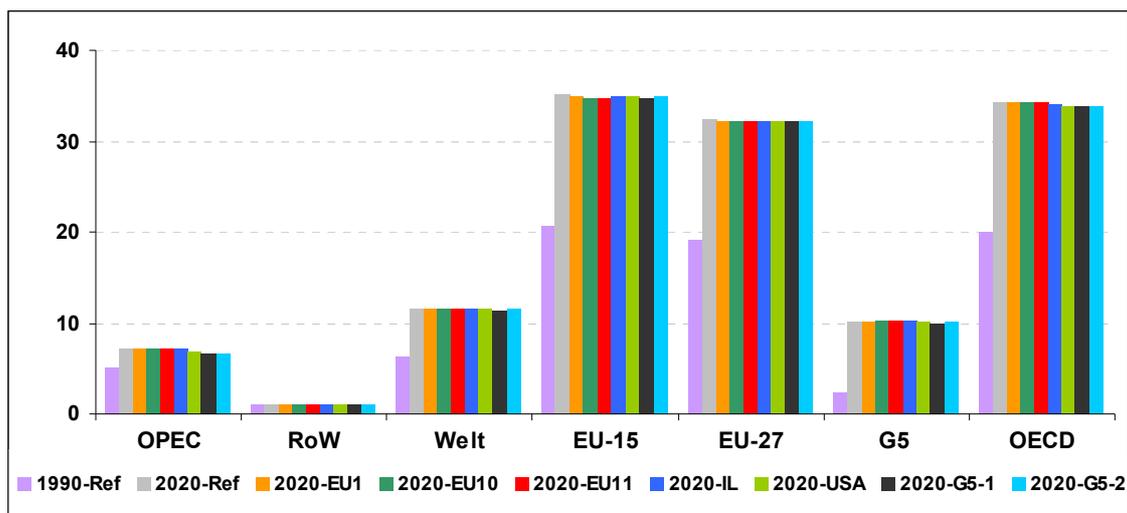
Die Betrachtung der Pro-Kopf-Emissionen macht deutlich, dass die Industrieländer in Zukunft einen überdurchschnittlichen Minderungsbeitrag erbringen müssen. Dies wird auch mit Blick auf die Pro-Kopf-Einkommen sichtbar, die in den Industrieländern in allen Szenarien auch im Jahr 2020 weit über dem Niveau der Schwellenländer liegen werden. Die grundsätzlichen Muster der Referenzentwicklung sowohl bei den Pro-Kopf-Emissionen als auch bei den Pro-Kopf-Einkommen werden durch die untersuchten internationalen Klimaregimes nicht verändert.

Tab. 3: THG-Emissionen pro Kopf in ausgewählten Ländern und Regionen

	Deutschland	USA	China	Indien	Brasilien	OPEC	RoW	Welt	EU-15	EU-27	G5	OECD
1990-Ref	15,0	23,6	3,1	1,3	4,7	4,5	3,3	5,6	11,0	12,0	2,7	13,4
2020-Ref	11,4	24,9	7,3	2,1	5,9	7,0	3,4	6,4	9,9	10,0	5,1	14,5
2020-EU1	9,9	24,9	7,4	2,1	5,9	7,0	3,4	6,4	8,9	8,8	5,1	14,1
2020-EU10	9,8	24,9	7,3	2,1	5,8	7,0	3,4	6,3	8,9	8,8	5,0	14,1
2020-EU11	10,4	24,9	7,1	2,0	5,8	7,0	3,4	6,3	9,2	9,2	4,9	14,2
2020-IL	10,4	24,9	7,1	2,0	5,8	7,0	3,4	6,2	9,2	9,2	4,9	13,8
2020-USA	10,4	20,1	6,9	2,0	5,8	6,8	3,4	5,9	9,2	9,2	4,8	12,5
2020-G5-1	10,4	20,1	6,2	1,8	5,5	6,4	3,2	5,7	9,2	9,2	4,3	12,4
2020-G5-2	10,4	20,1	6,9	2,0	5,7	6,4	3,2	5,9	9,2	9,2	4,7	12,5

Damit ist klar, dass auch die Relation der THG-Intensitäten der einzelnen Volkswirtschaften durch die Klimaregimes nicht entscheidend verändert wird. Im Referenzszenario wie in allen anderen Szenariorechnungen wird deutlich, dass den großen Schwellenländern gegenüber 1990 eine drastische Steigerung der THG-Effizienz (THG/BIP) gelingen wird. Im Jahr 2020 werden diese Größen für die Industrieländer der OECD und die G5-Staaten in Kaufkraftparitäten in einer Größenordnung liegen. In vielen Entwicklungsländern und den OPEC-Staaten werden dagegen noch hohe Effizienzpotenziale liegen.

Abb. 13: BIP pro Kopf in ausgewählten Ländergruppen und Szenarien in 1000 US-Dollar 2000 (Kaufkraftparitäten)



Aus den Modellsimulationen kann folgende Wenn-dann-Aussage abgeleitet werden: Wenn die Industrieländer sich auf einen Reduktionspfad mit absoluten Reduktionen um 30% der jeweiligen Landesemissionen gegenüber 1990 (mit einem entsprechenden „burden sharing“) verpflichten, könnten sich die großen Schwellenländer der G5 auf eine Begrenzung des Zuwachses ihrer spezifischen Emissionen auf einen Faktor 1,2 von 2005 bis 2020 einlassen, wobei nationale Unterschiede berücksichtigt werden sollten.¹

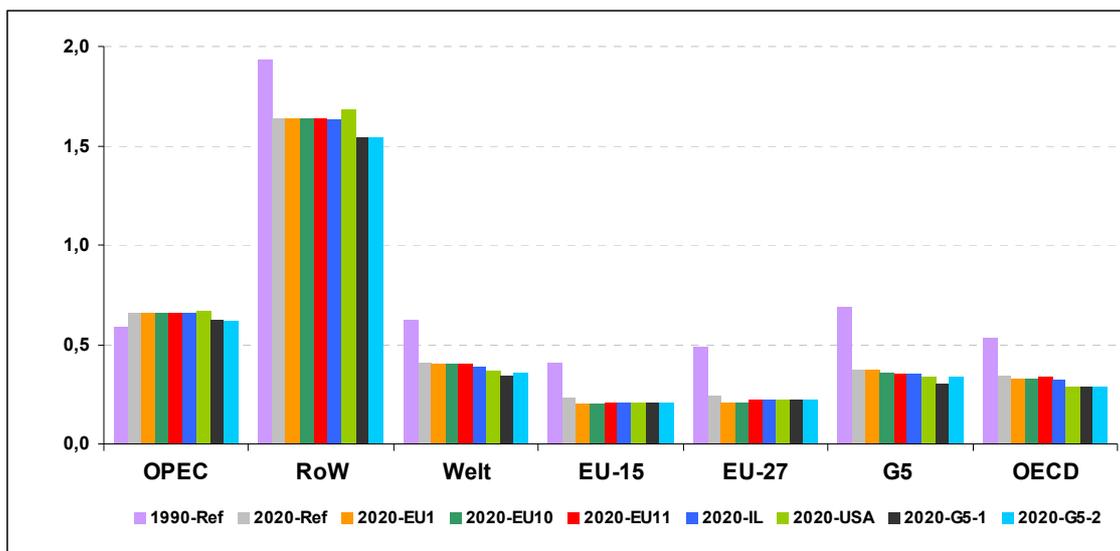
Tab. 4: BIP pro Kopf in ausgewählten Ländern/Ländergruppen und Szenarien in 1000 US-Dollar (Kaufkraftparitäten)

	Deu.	USA	China	Indien	Brasilien	OPEC	RoW	Welt	EU-15	EU-27	G5	OECD
1990-Ref	21,5	28,2	1,6	1,7	6,7	5,1	1,0	6,3	20,7	19,1	2,4	20,0
2020-Ref	34,1	48,8	13,4	6,1	10,8	7,2	1,1	11,6	35,1	32,5	10,1	34,2
2020-EU1	33,8	48,9	13,5	6,1	10,9	7,2	1,1	11,6	34,9	32,3	10,2	34,2
2020-EU10	33,7	48,9	13,5	6,2	10,9	7,2	1,1	11,6	34,8	32,2	10,2	34,2
2020-EU11	33,8	48,9	13,5	6,1	10,9	7,2	1,1	11,6	34,9	32,3	10,2	34,2
2020-IL	33,8	48,9	13,5	6,2	10,9	7,2	1,1	11,6	34,9	32,3	10,2	34,1
2020-USA	33,9	48,3	13,5	6,1	10,8	6,8	1,1	11,5	34,9	32,3	10,2	33,9
2020-G5-1	33,9	48,3	13,1	6,0	10,5	6,7	1,1	11,4	34,8	32,3	9,9	33,8
2020-G5-2	33,9	48,3	13,4	6,1	10,8	6,7	1,1	11,5	34,9	32,3	10,1	33,9

¹ Immer vorausgesetzt, das Referenzszenario beschreibt die Wachstumserwartungen und damit die Emissionsentwicklung in der Referenz der G5-Staaten korrekt. Die IEA wird in ihrem neuen World Energy Outlook, der im November 2007 veröffentlicht wird, die Folgen möglicher höherer Wachstumspfade in China und Indien ausführlich thematisieren.

Die Analyse der Leitkriterien macht deutlich, dass Industrie- wie Schwellenländer ihre wesentlichen Ziele auch bei umfassenden internationalen Minderungszielen in den Szenarien G5-1 und G5-2 erreichen können. Die Länder und Ländergruppen werden einer Vereinbarung aber nur zustimmen, wenn sie als gerecht empfunden wird und auch politische Kriterien wie etwa die Verlässlichkeit und Nachprüfbarkeit eines internationalen Klimaschutzabkommens gewährleistet sind.

Abb. 14: CO₂/BIP in ausgewählten Ländergruppen und Szenarien in t CO₂/1000 US-Dollar 2000 (Kaufkraftparitäten)



Zur zukünftigen Ausgestaltung eines Klimaregimes

Die von Naturwissenschaftlern dargelegte Notwendigkeit einer drastischen weltweiten Emissionsminderung bis zum Jahr 2050 zur Erreichung des 2°C-Ziels einerseits und die Prinzipien der VN-Klimarahmenkonvention (Art. 3) andererseits lassen einen mehrstufigen Ansatz als unabdingbar erscheinen. Ein zukünftiges Klimaregime sollte abgestufte Formen der Länderbeteiligung und differenzierte Arten von Verpflichtungen enthalten. Es sollte über mehrere, miteinander verknüpfte Verpflichtungsperioden angelegt sein, um die Länderbeteiligung und die von den Ländern übernommenen Klimaschutzverpflichtungen im Hinblick auf das 2°C-Ziel regelmäßig überprüfen zu können.

Ausgangspunkt für ein solches Klimaregime sind verbindliche Verpflichtungen aller Industrieländer zu einer deutlichen absoluten THG-Emissionsminderung bis zum Jahr 2020. Eine faire Verteilregel muss gewährleisten, dass die einzelnen Industrieländer vergleichbare Minderungslasten tragen müssen. Die Etablierung eines einheitlichen Kohlenstoffmarktes mit Ausnahmeregelungen für bestimmte energieintensive Industrien ist das zentrale Politikinstrument, das (1) dazu führt, dass die Emissionsminderungen dort stattfinden, wo sie am günstigsten sind, (2) die Minderungslasten auf alle Industrieländer verteilt werden und (3) Wettbewerbsnachteile für einzelne Staaten und Industrien weitgehend vermieden werden.

Die Schwellen- und Entwicklungsländer werden mit Hinweis auf die Prinzipien der Klimarahmenkonvention und angesichts weiterhin unterdurchschnittlicher Pro-Kopf-Emissionen voraussichtlich nicht bereit sein, sich bereits kurz- bis mittelfristig (vor 2020) an dieser Stufe des Klimaregimes vollumfänglich zu beteiligen. Die Modellsimulationen zeigen, dass die großen Schwellenländer in diesem Fall (bei

vergleichbaren Klimaschutzverpflichtungen bzw. bei gleich hohen CO₂-Preisen) höhere relative gesamtwirtschaftliche Kosten zu tragen hätten als die Gruppe der Industrieländer (Szenario G5-1). Andererseits profitieren sie von der THG-Minderung und den gleichzeitigen CDM-Maßnahmen der Industrieländer (Szenario USA) gesamtwirtschaftlich sogar, weil Wettbewerbsvorteile in erster Linie bei kohlenstoffintensiven Produkten entstehen und Investitionen zum Teil aus den Industrieländern finanziert werden.

Eine Kompromisslinie zwischen Industrie- und Schwellenländern muss vor diesem Hintergrund auf einer als gerecht empfundenen Lastenteilung zwischen beiden Ländergruppen beruhen, die beiden Gruppen neben dem Klimaschutzeffekt Vorteile bietet und verbindliche Verpflichtungen auferlegt. Dabei gilt:

Je umfassender und frühzeitiger die Einbeziehung der Schwellen- und Entwicklungsländer in den globalen Kohlenstoffmarkt gelingt, desto größer sind die kumulierten Emissionsminderungen (Szenario G5-1) und desto geringer sind die weltweiten Kosten zur Erreichung eines bestimmten Minderungsziels, was im Vergleich z.B. der Szenarien EU-1 und EU-11 sichtbar wird. Die flexiblen Mechanismen sollten daher weiter ausgebaut und umfassender genutzt werden können als es z.B. die EU heute zulässt. Deutschland nutzt die flexiblen Mechanismen bislang noch viel zu wenig. Zudem sind auch neue Kooperationsformen zwischen Industrie- und Schwellenländern zu finden, gerade auch mit Blick auf die stärkere Technologieorientierung der USA. Der Vorteil für die Industrieländer liegt in den niedrigeren CO₂-Preisen wegen der geringeren Vermeidungskosten in den Schwellenländern. Außerdem werden Projekte im Rahmen flexibler Mechanismen oder neuer Kooperationsformen vielfach Unternehmen im jeweiligen Industrieland zugute kommen, die die Klimaschutztechniken liefern werden. Langfristig sinken die Kosten der Vermeidungstechniken durch die höhere Produktion von Klimaschutzgütern, was die Kosten in den Industrieländern wiederum begrenzt. Die Schwellen- und Entwicklungsländer profitieren von den Investitionen aus Industrieländern über flexible Mechanismen und von dem damit verbundenen Technologietransfer. Im Gegenzug sollte der Mindestbeitrag der Schwellenländer zu Beginn des Regimes zumindest den gesamtwirtschaftlichen Vorteil (BIP-Abweichung gegenüber der Referenz) aus dem Voranschreiten der Industrieländer ausgleichen (Szenario USA). Bei Erreichen bestimmter „harter“ Schwellen bei Einkommen oder THG-Emissionen pro Kopf muss der Minderungsbeitrag dieser Länder nach festgelegten Regeln sukzessive steigen.

Es wird Aufgabe internationaler Verhandlungen sein, eine auch zwischen Industrie- und Schwellenländern als gerecht empfundene Lastenteilung zu erreichen. Dies bedeutet letztlich, dass die Industrieländer in einem mehrstufigen Ansatz und über mehrere Verpflichtungsperioden weiterhin überproportionale (absolute) Emissionsminderungen im eigenen Land leisten und die Schwellen- und Entwicklungsländer im Zeitverlauf einen zunehmenden Teil der weltweiten Minderungslast tragen müssen. Die künftige Einbindung aller Staaten in ein internationales Klimaregime sollte frühzeitig und zu verbindlichen Konditionen festgelegt werden. Dabei sollten die überproportionalen Reduktionszusagen der Industrieländer an Festlegungen geknüpft werden, welche Klimaschutzbeiträge die Schwellen- und Entwicklungsländer ab welchem Zeitpunkt bzw. bei Erreichen welcher ökonomischen und ökologischen Kriterien leisten müssen. Vor diesem Hintergrund sollte auf der Basis verschiedener international diskutierter Ansätze ein möglichst viele Länder einschließendes, mehrere Verpflichtungsperioden umfassendes Kyoto-Nachfolgeabkommen möglich sein, das im Sinne der Klimarahmenkonvention auf den „gemeinsamen, aber unterschiedlichen Verantwortlichkeiten und Fähigkeiten“ der einzelnen Staaten aufbaut.

