

Die Gretchenfrage des Klimaschutzes: „Nun sag, wie hast Du's mit dem Eigentum?“

Ottmar Edenhofer, Brigitte Knopf, Gunnar Luderer

Die Verfasser lassen sich von Gretchen die Frage gefallen, beantworten sie aber anders als Faust sie vermutlich beantwortet hätte. Wir schlagen eine Architektur einer globalen Klimapolitik vor, die gerade keinen Faust'schen Pakt darstellt. Die Gretchenfrage ist deshalb virulent geworden, weil Klimaschutzpolitik längst zur Weltwirtschaftspolitik mutiert ist. Denn die Kernfrage der Klimapolitik lautet: Wem gehört die Atmosphäre? Jeder kann sie kostenlos nutzen und daher gehört sie niemandem. Die Übernutzung der Atmosphäre birgt allerdings das Risiko eines gefährlichen Klimawandels. Daher hat sich die internationale Staatengemeinschaft auf der Klimakonferenz in 2009 in Kopenhagen auf das 2°C-Ziel verständigt, freilich ohne dieses Ziel völkerrechtlich bindend festzulegen (UNFCCC 2009). Mit der Festlegung dieses Ziels wird eine Obergrenze für die CO₂ Emissionen festgelegt und somit der Deponieraum der Atmosphäre begrenzt. Die Atmosphäre wird dadurch Eigentum der gesamten Menschheit. Aber: Wer darf den verbleibenden Deponieraum noch wie lange nutzen? Diese ökonomische Verteilungsfrage kann nur durch eine Vereinbarung gelöst werden, die die gesamte Menschheit und die künftigen Generationen in die Betrachtung mit einbezieht. Damit wird deutlich, dass es sich bei den Klimaverhandlungen in Kopenhagen, Cancún und anderswo nicht mehr um reine Umweltkonferenzen, sondern um Wirtschaftskonferenzen handelt. Immer stärker kristallisiert sich hier vor allem eins heraus: Die Klimapolitik könnte in den nächsten Jahren Teile des Weltvermögens grundlegend neu verteilen. Diese Einsicht dürfte die oft schwerfälligen und langwierigen Verhandlungen der Vereinten Nationen (UN) erklären. Die Frustration über die geringen Fortschritte hat auch die Frage laut werden lassen, ob es denn wirklich eines globalen Abkommens bedarf, um das Klimaproblem zu lösen. Wir zeigen in diesem Aufsatz, dass es an einer Notwendigkeit der globalen Kooperation keinen vernünftigen Zweifel geben kann und dass Klimaschutz nur gelingen kann, wenn er eingebettet wird in eine globale Architektur. Wir zeigen auch, dass die erneuerbaren Energien eine zentrale Rolle beim Umbau des weltweiten Energiesystems spielen müssen.

Eine sinnvolle Architektur der Klimapolitik muss sich dabei nicht ausschließlich, aber doch hauptsächlich, auf drei Eckpfeiler stützen:

1. Einigung über die Menge an Kohlenstoff, die noch bis zum Ende des Jahrhunderts in der Atmosphäre abgelagert werden soll.
2. Verteilung der Emissionsrechte nach einem gerechten Schlüssel auf alle Nationen.
3. Schaffung der institutionellen Voraussetzungen für einen globalen Emissionshandel.

A. Begrenzter Deponieraum der Atmosphäre

Eckpfeiler 1: Der Deponieraum der Atmosphäre ist begrenzt. Will man gefährlichen Klimawandel vermeiden, so dürfen wir ab heute bis Mitte des Jahrhunderts noch etwa

830 Gigatonnen CO₂ aus der Verbrennung fossiler Energieträger in der Atmosphäre ablagern, wenn wir das 2°C-Ziel mit einer Wahrscheinlichkeit von 75% erreichen wollen (Knopf u. a. 2009). In den letzten zehn Jahren haben wir etwa 260 Gigatonnen CO₂ abgelagert – wenn wir in diesem Tempo weitermachen, wäre der Deponieraum in etwas mehr als 30 Jahren erschöpft. Es muss also ein Umbau des Energiesystems stattfinden. Nur so können wir das Risiko senken, dass der Meeresspiegel dramatisch ansteigt, die Ozeane versauern, der Monsun sich in China und Indien verändert. Für den Klimaschutz wäre es bereits ein Erfolg, wenn sich die Weltgemeinschaft auf ambitionierte und vor allem konkrete Ziele einigen könnte, denn über das globale Kohlenstoffbudget muss rasch eine Einigkeit erzielt werden. Es muss darum gehen, das 2°C-Ziel, dessen Bedeutung nun auch die führenden Industriestaaten G-20 anerkannt haben (Major Economies Forum 2009) zu präzisieren, um ihm eine klimapolitisch klare Definition zu geben. Würde man nämlich die Wahrscheinlichkeit, mit der das 2°C Ziel erreicht werden soll, von 75% auf 50% reduzieren, würde sich das Kohlenstoffbudget um mehr als 100 Gigatonnen CO₂ erhöhen und die Vermeidungskosten geringer ausfallen (siehe Edenhofer u. a. 2010; Knopf u. a. 2009). Mit welcher Wahrscheinlichkeit das 2°C-Ziel erreicht werden soll, hängt davon ab, wie hoch die Verhandlungsführer das Vorsichtsprinzip gewichten. Diese Gewichtung wiederum wird davon bestimmt, wie hoch die zu erwartenden Risiken des Klimawandels sind und mit welchen volkswirtschaftlichen Kosten die Einhaltung eines globalen Kohlenstoffbudgets verbunden ist. Die volkswirtschaftlichen Kosten der Vermeidung hängen wiederum entscheidend davon ab, wie schnell ein globales Klimaabkommen erreicht wird und welche Technologien zur Verfügung stehen.

Es stellt sich daher die Frage, wie sich der Umbau des weltweiten Energiesystems vollziehen müsste, das mit diesem Ziel annähernd vereinbar wäre. So zeigt Abbildung 1 eine Projektion für den Business-as-usual-Fall und zwei Klimaschutzszenarien. Abbildung 1b) zeigt den notwendigen Umbau des Energiesystems für ein Klimaschutzziel, das einer Wahrscheinlichkeit von etwa 15% entspricht, das 2°C-Ziel zu erreichen. Abbildung 1c) zeigt einen Pfad, der das 2°C-Ziel mit einer Wahrscheinlichkeit von etwa 75% einhält. In beiden Fällen wird zweierlei deutlich. Erstens, das Energiesystem hat in den letzten drei Dekaden keine wesentliche Änderung erfahren; es ist ein von den fossilen Energieträgern dominiertes Energiesystem. Zweitens, der Primärenergieverbrauch wird im Verlauf des 21. Jahrhunderts erheblich steigen. Soll dieser Anstieg klimaverträglich gestaltet werden, werden vor allem die erneuerbaren Energieträger, die Kohlenstoffabscheidung und unterirdische Einlagerung (CCS) bei der Kohle- und Gasnutzung, aber auch die Nutzung der Biomasse in Verbindung mit CCS eine große Rolle spielen. Letztere Option ist vor allem darum besonders wichtig, weil sie der Atmosphäre CO₂ entziehen kann und so die Erzeugung von „negativen Emissionen“ erlaubt. Dies setzt aber voraus, dass die Nutzung von Biomasse kohlenstoffneutral gestaltet werden kann. Es ist bislang eine offene Frage, in welchem Umfang dies tatsächlich möglich sein wird. Auch die Frage bezüglich der Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion ist noch nicht ausreichend geklärt. Ebenso ist die CCS-Technologie heute noch nicht kommerziell verfügbar. Abbildung 1 zeigt weiterhin, dass die Bedeutung der erneuerbaren Energieträger umso stärker hervortritt, je ambitionierter das Klimaschutzziel ist. Die erneuerbaren Energien verdrängen jedoch die anderen

Optionen nicht. Dies gilt in geringerem Maße auch für die Kernenergie. Da die Machbarkeit von CCS, des massiven Ausbaus von Erneuerbaren oder der Kernenergie noch nicht gesichert ist, kann man die Frage stellen, wie stark sich die Kosten erhöhen würden, wenn diese Optionen nicht oder nur in einem begrenzten Maße zur Verfügung stehen. In einem Modellvergleich hat das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung diese Frage zu beantworten versucht (siehe Abbildung 2). Dabei zeigt sich, dass die volkswirtschaftlichen Kosten des Klimaschutzes vor allem davon abhängen, in welchem Maße eine nachhaltige Nutzung von Biomasse zur Verfügung steht. Bei einer Biomassenutzung von weniger als 100 EJ pro Jahr („Halbiertes Biomasse-Potential“ in Abbildung 2) steigen die volkswirtschaftlichen Wohlfahrtsverluste teilweise um das Doppelte. Sollte sich herausstellen, dass für CCS nur geringer Speicherplatz zur Verfügung steht, steigen die Vermeidungskosten ebenfalls stark an („Begrenztes CCS-Potential“). Steht die CCS-Option für die Kohle- und Gasnutzung und vor allem in Kombination mit der Biomasse-Nutzung gar nicht zur Verfügung („ohne CCS“), so werden sich ambitionierte Klimaziele wahrscheinlich nicht erreichen lassen; dies gilt ebenfalls für den Fall, dass der Anteil der erneuerbaren Energieträger nicht drastisch erhöht werden kann („kein Ausbau der Erneuerbaren“). Auf den Ausbau von Kernenergie (von einem relativ hohen Niveau im Business-as-usual-Fall ausgehend) kann dagegen fast kostenneutral verzichtet werden (nur geringe Mehrkosten für ein Szenario „ohne Ausbau von Kernenergie“), ein Ausstieg aus der Kernenergie wäre mit erhöhten Kosten zu erreichen. Damit zeigt sich deutlich, dass es ohne technischen Fortschritt im Energiesektor keinen ambitionierten Klimaschutz geben kann. Der technische Fortschritt ermöglicht es auch, dass die volkswirtschaftlichen Kosten des weltweiten Klimaschutzes bei 1-2,5% Verlust des Bruttosozialprodukts und auf einem, verglichen mit den potentiellen Schäden des gefährlichen Klimawandels, moderaten Niveau gehalten werden können.

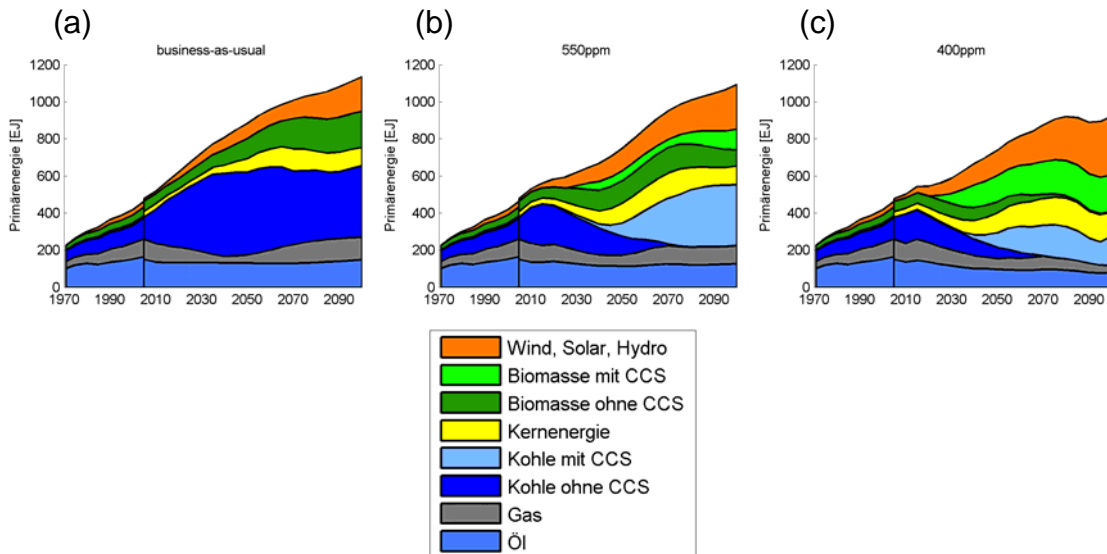


Abbildung 1: Transformation des Energiesystems für den Business-as-usual-Fall und zwei Klimaschutzziele (550 und 400 ppm), die mit ca. 15% bzw. ca. 75% das 2°C-Ziel einhalten. Szenarien aus Knopf u. a. (2009). Historische Daten: IEA (2007). Grafik entnommen aus Knopf u. a. (2010a).

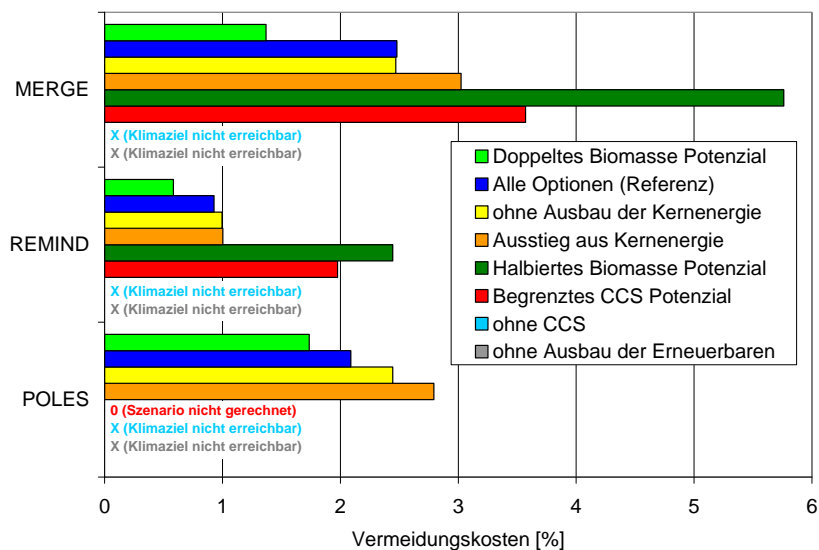


Abbildung 2: Globale Vermeidungskosten für verschiedene Technologieszenarien für die Modelle MERGE, REMIND und POLES. Globale Vermeidungskosten für ein 400ppm Szenario (berechnet als Welt-Bruttosozialproduktverluste von 2005-2100 gegenüber einem Business-as-usual-Szenario) bei verschiedenen Technologieszenarien für die Energiesystem-Ökonomie-Modelle MERGE, REMIND und POLES (Quelle: Edenhofer u. a. 2010; Knopf u. a. 2009). Ein „X“ bedeutet, dass das Klimaschutzziel unter diesen technischen Restriktionen nicht erreichbar ist; ein „0“ bedeutet, dass das entsprechende Szenario nicht gerechnet wurde. Im Referenzfall (schwarz) stehen alle Technologien zur Verfügung. Grafik entnommen aus Knopf u. a. (2010a).

Die hier dargestellten Energieszenarien sind vergleichbar mit den Energieszenarien der Internationalen Energie Agentur (IEA) oder auch des Weltklimarates IPCC: Nur ein Portfolio von Vermeidungsoptionen erlaubt einen ambitionierten Klimaschutz. Allerdings sollte durch diese Aussage nicht der Eindruck entstehen, als gäbe es nur einen Weg zu einer CO₂-armen Weltwirtschaft. So ist es durchaus möglich, etwa den Einsatz von CCS bzw. den Ausbau von Kernenergie zu begrenzen, weil der großskalige Einsatz diese Techniken als zu risikoreich empfunden wird oder weil es für sie eine zu geringe Akzeptanz gibt. Man wird im Falle des Verzichts auf CCS eben dann entsprechend höhere volkswirtschaftliche Kosten hinnehmen müssen (siehe Abbildung 2). Die Erneuerbaren Energien spielen allerdings in all diesen Szenarien eine entscheidende Rolle: Der *World Energy Outlook* der IEA (IEA 2010) sagt, dass sich der Einsatz der Erneuerbaren Energien zwischen 2008 und 2035 verdreifachen wird und sie damit mehr und mehr zu einer tragenden Säule der Energieversorgung werden. Auch im Sonderbericht des IPCC zu den Erneuerbaren Energien (IPCC 2011) wird hervorgehoben, dass vor allem ambitionierte Klimaschutzziele mit einem erhöhten Einsatz der Erneuerbaren Energien einhergehen. Aber sogar ohne Klimaschutz weist die Mehrzahl der Szenarien bis Mitte des Jahrhunderts einen substantiellen Zuwachs der Erneuerbaren Energien auf (IPCC 2011).

Die Abwägung zwischen den zusätzlichen volkswirtschaftlichen Kosten z.B. durch den Einsatz von CCS und den verminderten Klimaschäden und Risiken kann die Wissenschaft nicht präjudizieren, sondern hierzu ist eine öffentliche Debatte notwendig. Aus diesem Grund ist der Weltklimarat IPCC in den letzten Jahren vermehrt dazu übergegangen, auch Szenarien zu explorieren und zu bewerten, die Extremszenarien darstellen. Als Extremszenarien können solche gelten, die einer Vermeidungsoption einen besonders hohen Anteil am gesamten Portfolio der Vermeidungsoptionen einräumen oder ganz ohne diese Option auskommen, seien es die erneuerbaren Energieträger, sei es die Kernenergie oder CCS. Der Wert dieser Extremszenarien besteht darin, dass sie der Öffentlichkeit eine offene Diskussion über den künftigen Pfad der Energiewirtschaften in Zeiten der Klimapolitik ermöglichen. Auch bei einer ambitionierten Klimapolitik gibt es nicht nur einen, sondern mehrere Wege zum Ziel. Das ist einer der wichtigsten Botschaften, die der IPCC in seinem Vierten Sachstandsbericht (IPCC, 2007) formuliert hat: Die Menschheit hat die Techniken zur Verfügung, die ihr einen ambitionierten Klimaschutz zu akzeptablen Kosten erlauben. Mit anderen Worten, es ist für die Menschheit möglich, bis zur Mitte dieses Jahrhunderts mit einem Kohlenstoffbudget von annähernd 830 Gigatonnen auszukommen. Die entscheidende Frage ist jedoch, wie hoch die nationalen Kohlenstoffbudgets ausfallen und damit wie die Vermeidungskosten für die Spieler im internationalen Klimapoker aufgeteilt werden.

B. Verteilung der Verschmutzungsrechte

Eckpfeiler 2: Ein internationales Klimaabkommen wird aber nur dann erreicht werden können, wenn die beteiligten Nationalstaaten ein nationales Budget für ihre Emissionen akzeptieren. Dieser Kuchen der globalen Emissionsrechte kann entweder als einmaliges Gesamtbudget verteilt werden oder als globale Emissionsobergrenze, die im Zeitverlauf so abgesenkt werden muss, dass die Summe der nationalen Emissionen nicht höher ist als das vereinbarte globale Budget.

Da die Schäden des Klimawandels primär von den kumulierten Emissionen und nicht von jährlichen Emissionen abhängen, besteht jedoch die Möglichkeit, diese intertemporale Flexibilität zu nutzen und die Emissionen zeitlich so zu reduzieren, dass damit die Wohlfahrts- und Wachstumsverluste der beteiligten Volkswirtschaften minimiert werden. In der Vergangenheit wurden von vielen Forschungsgruppen ökonomisch optimale Emissionspfade berechnet, die mit verschiedenen Kohlenstoffbudgets kompatibel sind. So würde eine mehr als 50%ige Chance für die Einhaltung des 2°C-Zieles erfordern, dass die globalen Emissionen bis zum Jahr 2050 mindestens um die Hälfte gegenüber dem Jahr 1990 reduziert werden müssten. Dabei müssten die Industriestaaten ihre Emissionen um etwa 80% gegenüber dem Niveau von 1990 absenken (IPCC 2007). Für die internationalen Klimaverhandlungen sind Aussagen dieser Art jedoch wenig hilfreich. Denn um das Reduktionspotential eindeutig festzulegen, muss man sich auf ein Basisjahr einigen. Darüber hinaus hängt der Prozentsatz mit dem jährlich reduziert werden muss, von einem Referenzszenario ab. Das Referenzszenario bildet den hypothetischen Emissionsverlauf ab, der sich ohne Klimapolitik ergäbe. Geht man von hohen Emissionen im Referenzszenario aus, werden die notwendigen Emissionsreduktionen höher ausfallen als im Vergleich zu einem niedrigen Referenzszenario. Diese

Unsicherheiten könnten die Verhandlungsführer nutzen, indem sie ein hohes Referenzszenario voraussetzen, um dann scheinbar hohe Minderungen zu versprechen. Durch den Bezug auf einen hypothetischen und daher spekulativen Emissionsverlauf werden die Verhandlungen mit unnötigen Unsicherheiten über die künftigen wirtschaftlichen, technischen und demographischen Entwicklungen belastet. Wäre das Referenzszenario mit Sicherheit bekannt, ließe sich sowohl ex-ante als auch ex-post jedes Minderungsszenario in ein Budget umrechnen und umgekehrt. Da aber das Referenzszenario eine große Unbekannte ist, ist eine ex-ante-Einigung auf nationale Kohlenstoffbudgets der einzig sinnvolle Weg, Klarheit über die Zielvereinbarungen herzustellen. Diese Motivation war wohl auch ausschlaggebend für das jüngste WBGU-Gutachten (WBGU 2009), in dem der Vorschlag unterbreitet wurde, nicht mehr über Minderungsszenarien, sondern über nationale Kohlenstoffbudgets zu verhandeln.

Ein weiterer Vorteil des Budgetansatzes (oder auch einer zeitlichen Emissionsobergrenze) gegenüber rein prozentualen Reduktionsverpflichtungen ist jedoch nicht nur die nationalen Verpflichtungen zu präzisieren, sondern auch die Verteilungskonflikte explizit auf den Tisch zu legen: Die einzelnen Nationalstaaten werden nämlich unterschiedliche Vorstellungen über einen gerechten Verteilungsschlüssel haben. Aus Sicht der Entwicklungs- und Schwellenländer wäre ein gleiches Kohlenstoffbudget pro Kopf vorteilhaft; für die Industrieländer wäre eine Verteilung nach Sozialprodukt besonders vorteilhaft. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die volkswirtschaftlichen Kosten, die durch globale Klimapolitik entstehen, nicht nur durch (i) die Zuteilung der Emissionsrechte bestimmt werden, sondern auch durch (ii) nationale Vermeidungskosten und Potentiale für klimafreundliche Technologien sowie (iii) die Entwertung fossiler Ressourcenbestände, die vor allem bei erdöl- und gasexportierenden Ländern zu Buche schlägt.

Über die Stärke dieser drei Effekte lässt sich nur etwas im Rahmen von Modellrechnungen aussagen. Beispielhaft sei dies an einem Szenario demonstriert, das mit dem Modell REMIND gerechnet wurde (siehe Abbildung 3). Die Industrieländer haben relativ geringe Konsumverluste zu tragen, da sie relativ rasch in den Ausbau der erneuerbaren Energien, in die Erhöhung der Energieeffizienz, in die Abscheidung und Einlagerung von Kohlenstoff (CCS), aber auch in die Kernenergie investieren können.

Der Mittlere Osten hat hingegen sehr hohe Verluste zu verzeichnen, weil der Wert von Öl und Gas sinkt und sie weniger davon verkaufen können, was ihre Ressourcenrenten drastisch reduziert. Man kann es auch anders ausdrücken: Durch die Festlegung eines Kohlenstoffbudgets werden die Renten der Besitzer von Kohle, Öl und Gas entwertet und durch eine Klimarente ersetzt; diese Klimarente ist Gegenstand der Verteilungskonflikte. Es wundert nicht, dass gerade jene Länder, die aus der Nutzung von Öl und Gas hohe Renten erzielten, diese durch die Klimapolitik weitgehend verlieren. Interessant ist jedoch, dass sich einige Länder der Entwertung ihrer Ressourcenrenten entziehen können. So müsste zwar Russland seine Gasexporte verlangsamen, könnte jedoch im Falle einer ambitionierten Klimapolitik auf Biomasse in Verbindung mit CCS setzen. Russland würde dann Biogas herstellen und trüge in Verbindung mit CCS dazu bei, dass CO₂ aus

der Atmosphäre entzogen wird. Auch die Besitzer von Kohle könnten ihre Rentenverluste durch die Einführung von CCS reduzieren. Dies ist auch der Grund, warum die CCS-Technik für die Klimapolitik von großer Bedeutung ist.

Länder hingegen, die wesentlich mehr Emissionszertifikate zugeteilt bekommen, als sie selber nutzen, können diese verkaufen und teilweise sogar Gewinne erzielen, wie es das Modell z. B. für Afrika zeigt (siehe Abbildung 3).

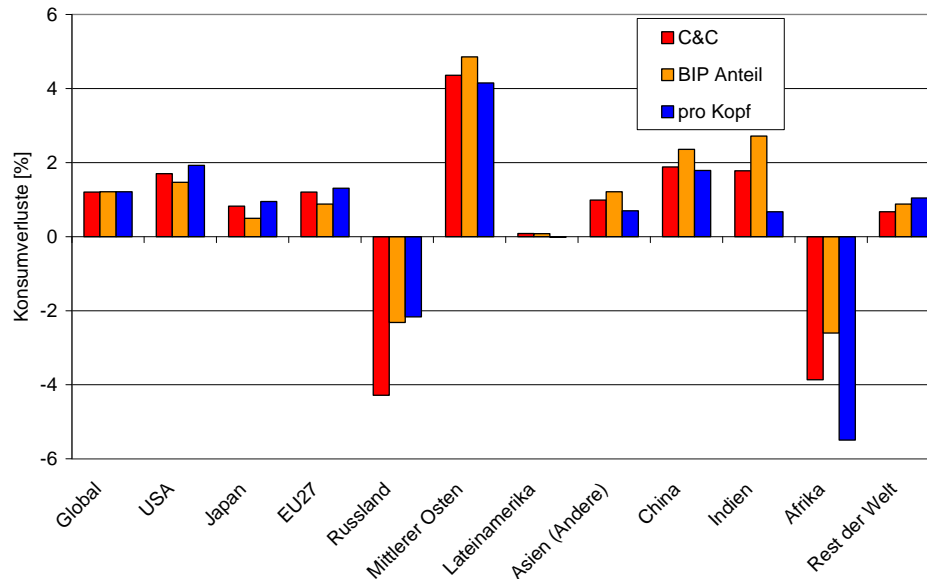


Abbildung 3: Regionale Vermeidungskosten (2005-2100) berechnet mit REMIND für ein 2°C-Ziel mit 75% Einhalte-Wahrscheinlichkeit. Das 2°C-Ziel bzw. das Budget wird bei allen Verteilungsregeln eingehalten, lediglich die Zuteilung verändert sich: sie erfolgt gemäß Bevölkerungsanteil („pro Kopf“), Anteil am Welt-Bruttoinlandsprodukt („BIP-Anteil“) und „Contraction and Convergence“ („C&C“). Bei C&C werden den einzelnen Ländern in einem festgelegten Ausgangsjahr (hier 2005) so viele Emissionsrechte zugestanden wie es ihren tatsächlichen Emissionen entspricht. Im zeitlichen Verlauf ändert sich dieser Verteilungsschlüssel so, dass 2050 jeder Mensch über gleiche Pro-Kopf-Rechte verfügt.

Aus Abbildung 3 wird deutlich, dass der Einfluss der drei Verteilungsregeln auf die volkswirtschaftlichen Konsumverluste zwar deutlich zu sehen ist, dass aber die Unterschiede zwischen den Regionen wesentlich größer ausfallen. Der vergleichsweise geringe Unterschied zwischen den einzelnen Verteilungsschlüsseln ist im Wesentlichen der Tatsache geschuldet, dass die Annahmen über den technischen Fortschritt in dem Modell REMIND relativ optimistisch sind. In Modellen, die eine geringe volkswirtschaftliche Flexibilität voraussetzen, ist der Einfluss der Zuteilung der Emissionsrechte auf die volkswirtschaftlichen Konsumverluste höher, weil höhere Kohlenstoffpreise entstehen und somit größere Renten verteilt werden. Dieser Sachverhalt wird in Abbildung 4 gezeigt: So zeigen Modelle mit geringer technischer Flexibilität einen stärkeren Einfluss der Verteilungsregeln auf die regionalen Vermeidungskosten als Modelle mit hoher technischer Flexibilität. Daraus lässt sich eine gewichtige Schlussfolgerung ziehen: Je höher die technische Flexibilität, je effizienter die

Kapitalmärkte bei der Mobilisierung von Investitionen in kohlenstoffarme Techniken sind, desto geringer sind die Renten, die verteilt werden müssen und um so geringer werden die Verteilungskonflikte sein.

Abbildung 4 zeigt darüber hinaus, dass die Unsicherheiten über die regionale Verteilung der Vermeidungskosten beträchtlich sind. Der Grund dieser Unsicherheit besteht darin, dass die (Modell)-Annahmen darüber, wie leicht sich Volkswirtschaften dekarbonisieren lassen und welche technischen Potentiale für die einzelnen Technologien bestehen, noch weit auseinandergehen. Um diese Unsicherheit bei der Abschätzung der regionalen Kosten zu reduzieren, sollten die Regierungen in darauf hinwirken, dass ein internationales Expertengremium mit diesen Kostenabschätzungen beauftragt wird. Die internationale Arbeit an diesem Zahlenwerk schafft gegenseitiges Vertrauen und eine gemeinsame Basis für rasche Verhandlungen.

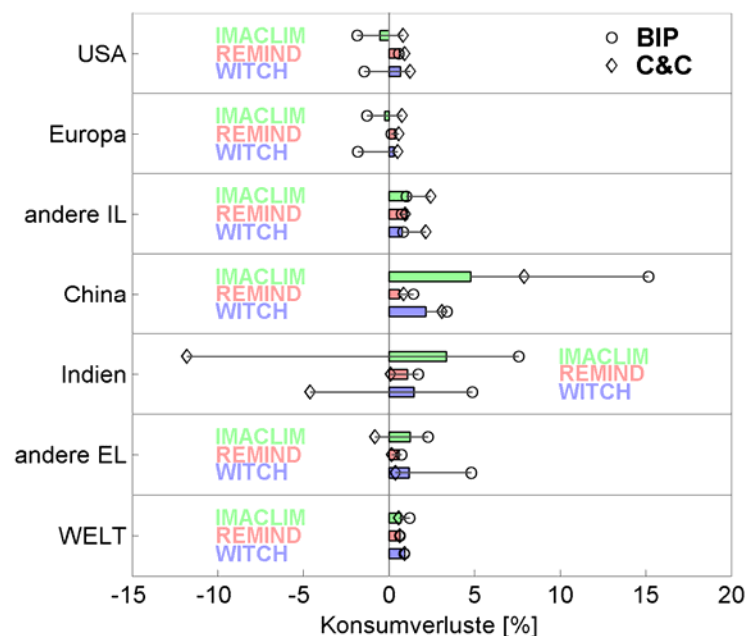


Abbildung 4: Regionale Vermeidungskosten (2005-2100) für drei verschiedene Energie-Ökonomie-Modelle für die Verteilungsschlüssel nach BIP-Anteil (o), nach „Contraction und Convergence“ C&C (x), und bei einem Klimaregime mit global einheitlicher Kohlenstoffsteuer ohne finanzielle Transfers durch einen Emissionshandel (Balken)¹. Für REMIND, das Modell mit der größten technologischen Flexibilität und niedrigen CO₂-Preisen, ergibt sich ein geringer Einfluss der Zuteilung der Emissionsrechte auf die regionalen Kosten (kleine Spannbreite). Bei WITCH, einem Modell, das eine geringere technologische Flexibilität annimmt, und IMACLIM, das aufgrund von weitgehend myopischen Investoren eines hohen CO₂-Preises bedarf, ergibt sich eine deutlich höhere Spannbreite. IL: Industrieländer, EL: Entwicklungsländer. Quelle: Luderer u. a. (2010).

¹ Bei diesem Klimaregime wird in allen Ländern eine Kohlenstoffsteuer in gleicher Höhe erhoben, die über die Zeit ansteigt. In diesem Referenzfall käme es zu ähnlichen Vermeidungsleistungen in den Ländern wie bei einem globalen Kohlenstoffmarkt. Es wird angenommen, dass die Steuereinnahmen den nationalen Haushalten zufließen, es erfolgen jedoch keine finanziellen Transfers zwischen den Regionen durch den Handel mit CO₂-Zertifikaten.

C. Einrichtung einer Klimazentralbank

Eckpfeiler 3: Aus der Perspektive der Wirtschaftstheorie sind Steuer und Emissionshandel in einer Welt ohne Unsicherheit äquivalent. Es galt bislang als ein volkswirtschaftlicher Allgemeinplatz, dass sich die allokativen Wirkungen von Steuern und Mengeninstrumenten nicht unterscheiden, wenn die Klimaschäden und/oder die Kosten der Vermeidung bekannt sind. Asymmetrische Informationen beim sozialen Planer und den Firmen über Schäden und Kosten können jedoch dazu führen, dass beide Instrumente nicht mehr äquivalent sind. Dieser von *Weitzman* (1974) entwickelte Bezugsrahmen wurde jedoch zunächst für das Klimaproblem nicht als angemessen betrachtet, weil im ursprünglichen Weitzman-Modell lediglich die jährlichen Emissionen Umweltschäden verursachen („Flow-Problem“). Das Klimaproblem ist jedoch ein „Stock-pollutant“-Problem, bei dem die Schäden des Klimawandels durch das kumulierte Budget an Emissionen bestimmt werden, also durch den Bestand der in der Atmosphäre abgelagert wird. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass die grundlegenden Aussagen des Weitzman-Modells auch für ein „Stock-Problem“ erhalten bleiben. So konnten *Newell/Pizer* (2003) zeigen, dass unter bestimmten Annahmen kurzfristig eine Steuer von Vorteil ist, langfristig jedoch der Emissionshandel als Mengeninstrument zu bevorzugen sei. Der Grund ist, dass die Schadensfunktion wegen der Akkumulation der Emissionen langfristig steiler sein wird als die Kosten der Emissionsvermeidung, die ja nicht vom Bestand, sondern von Emissionsflüssen abhängen. Unter der Voraussetzung einer langfristig „steilen“ Schadensfunktion konnte jedoch schon im ursprünglichen Weitzman-Modell die Vorteilhaftigkeit der Mengensteuerung abgeleitet werden. Allerdings würde man im Lichte dieser Ergebnisse kurzfristig eine Steuerlösung bevorzugen und erst langfristig für den Emissionshandel optieren. Es stellt sich allerdings die Frage, ob der gewählte Modellrahmen für das Klimaproblem überhaupt sinnvoll ist. Denn in diesem Modellrahmen spielt ein sozialer Planer oder eine wohlmeinende Regierung gegen die „Natur“. Unsicher sind dabei die künftigen Klimaschäden und/oder die Vermeidungskosten. Damit kommt aber das entscheidende Problem der Ökonomie des Klimawandels gar nicht in den Blick. Das Grundproblem der Ökonomie des Klimawandels wird nämlich erst deutlich, wenn man die Frage stellt, wer heute de facto das Eigentumsrecht an der Atmosphäre hat. Die Besitzer fossiler Ressourcen (Kohle, Öl, Gas) können bislang ihre Ressourcen nach ihrem intertemporalen Kalkül abbauen. Würde nun der Deponieraum der Atmosphäre beschränkt, liefe dies darauf hinaus, dass die Knappheitsrente der Ressourcen in eine Klimarente verwandelt würde. Das ist kurzgefasst das Kernproblem der Ökonomie des Klimawandels.

Dieser Sachverhalt wird in Abbildung 5 verdeutlicht: unterhalb der Nulllinie sind die erschöpfbaren Ressourcen und Reserven aufgetragen, die noch im Boden lagern. Oberhalb der Nulllinie sind spiegelbildlich die fossilen Ressourcen zu sehen, die noch in der Atmosphäre abgelagert werden können. Abbildung 5 zeigt, dass auch für den Fall, dass es international zu keiner Klimapolitik kommt, ein Großteil der Gas- und Ölreserven genutzt würden, aber nur ein Bruchteil der Kohlereserven. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass zum einen die Substitutionsmöglichkeiten bei Öl z. B. im Transportsektor gering sind, zum anderen die Kohlereserven nahezu „unendlich“ sind

(verglichen mit dem projizierten Verbrauch für das nächste Jahrhundert). Die ungebremste Nutzung der Kohle würde allerdings zu einem Anstieg der globalen Mitteltemperatur um weit mehr als 2°C führen; insgesamt würden ohne Klimapolitik allein fast 4000 Gigatonnen CO₂ aus der Kohlenutzung in der Atmosphäre abgelagert werden. Im Falle einer Klimapolitik, die mit dem 2°C-Ziel vereinbar ist, dürften aus der Kohlenutzung nur noch 364 statt 922 Gigatonnen CO₂ emittiert werden, davon müssten jedoch ca. 210 Gigatonnen in geologischen Formationen mit Hilfe der CCS-Technologie abgelagert werden. Die Kohlebesitzer hätten daher die größten Rentenverluste hinzunehmen. Aber auch die Gas- und Ölbesitzer müssten ihre Bestände wesentlich langsamer entleeren und vor allem zu geringeren Preisen anbieten.

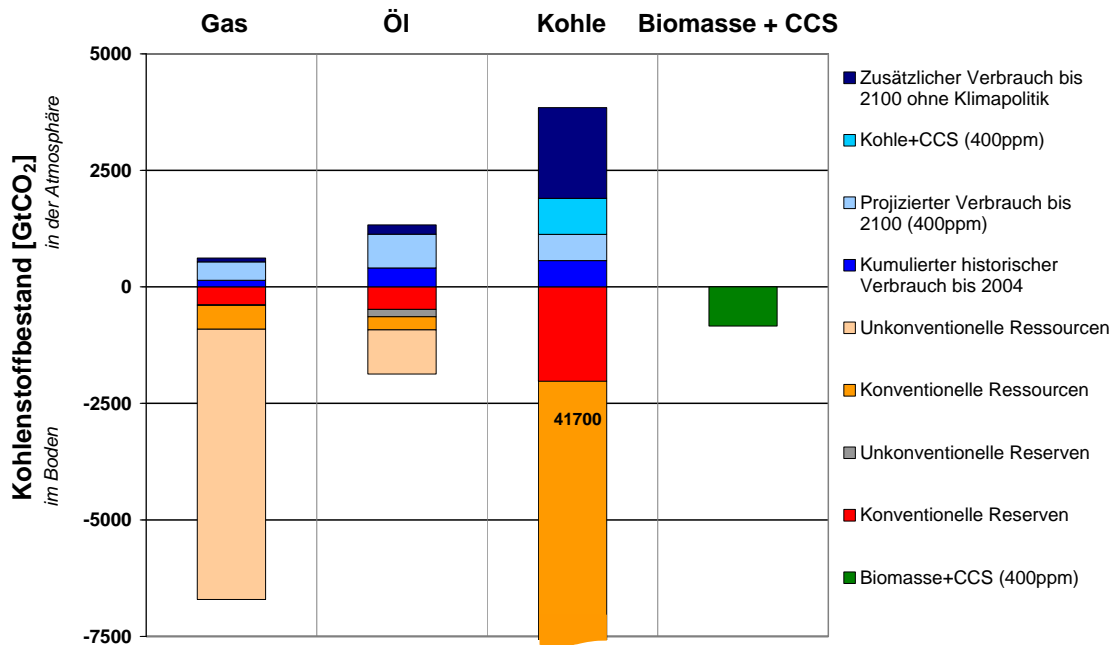


Abbildung 5: Das Grundproblem der Klimaökonomie – fossile Ressourcen und damit verbundene historische und potentielle künftige CO₂-Emissionen. Unter Reserven versteht man die mit heutigen Fördermethoden zu heutigen Preisen ökonomisch gewinnbaren Rohstoffe. Ressourcen bezeichnen die über die Reserven hinaus künftig gewinnbare Rohstoffmenge. Quellen: Reserven: BGR (2008); historischer Verbrauch: Marland u. a. (2008); Szenarien: Knopf u. a. (2009). Grafik entnommen aus Knopf u. a. (2010b).

Diese Überlegungen machen deutlich, dass bei einer Klimapolitik, die ein globales Kohlenstoffbudget einhalten will, die CO₂-Steuer über die Zeit hinweg steigen müsste, was der modifizierten Hotelling-Regel entspricht (Edenhofer/Kalkuhl 2009). Wie aber werden die Anbieter von Kohle, Öl und Gas darauf reagieren? Sie werden den Abbau ihrer Ressource beschleunigen, mit dem Risiko, dass trotz eines steigenden CO₂-Preises das globale Kohlenstoffbudget überschritten wird, siehe auch die Diskussion zum „Grünen Paradoxon“ in Sinn (2008) und Edenhofer/Kalkuhl (2009). Eine CO₂-Steuer ist darum kein effektives Instrument, weil es für den Ressourcenbesitzer rational ist, den Abbau fossiler Ressourcen vorzuziehen, da er ansonsten damit rechnen muss, dass seine

künftigen Gewinne stark reduziert werden. Bei einem Emissionshandel besteht dieser Anreiz nicht, da hier von vornherein ein Budget an Emissionsrechten festgelegt wird. Die Besitzer von Kohle und Gas können einen Teil ihrer Renten nur dadurch „retten“, indem sie die CCS-Technologie in Verbindung mit Kohle, Gas oder Biomasse einführen (siehe Abbildung 5). Für die Anbieter fossiler Ressourcen gibt es also keine Ausweichmöglichkeit: ihre Ressourcenrenten werden reduziert und in eine Klimarente transformiert. Der Budgetansatz in Verbindung mit einem globalen Emissionshandel hat daher das Potential, den gordischen Knoten der Klimapolitik zu durchschlagen, wenn das Kohlenstoffbudget durch eine noch näher zu bestimmende Institution treuhänderisch verwaltet wird und damit den Märkten ein klares Signal gegeben wird, dass über das Budget hinaus keine Emissionsrechte ausgegeben werden. Ein globales System regionaler und nationaler Klimazentralbanken sollte die Aufgabe übernehmen, das Kohlenstoffbudget volkswirtschaftlich effizient einzuhalten.² Hierzu müssen die Klimazentralbanken die Emissionsrechte so ausgeben, dass die Unternehmen selbst entscheiden können, wann sie die Emissionen reduzieren und mit welchen Technologien. Die Klimazentralbanken können je nach gesamtwirtschaftlicher Lage durch die Ausgabe der Zertifikate die zeitliche Flexibilität einschränken oder erweitern. Ein solches System kann nicht von heute auf morgen umgesetzt werden. Ein wichtiger Schritt in diese Richtung ist die Reform des europäischen Emissionshandels. Es hat sich als große Schwäche des europäischen Emissionshandels herausgestellt, dass wichtige volkswirtschaftliche Sektoren nicht mit in den Emissionshandel einbezogen sind. Dies trifft z. B. auf den Gebäudesektor zu, in dem die Emissionen zu besonders geringen Kosten reduziert werden können. Man kann alle wichtigen Sektoren in den Emissionshandel mit einbeziehen, wenn man auf der ersten Handelsstufe ansetzt. Derjenige, der Kohle fördert, Gas oder Mineralöl importiert, bezahlt nicht nur den Preis für die Ressource, sondern muss zugleich ein Zertifikat für jene Emissionen erwerben, die mit der späteren Ressourcennutzung entstehen. Damit sind alle Sektoren in den Emissionshandel integriert und die Marktkräfte sorgen dafür, dass die billigsten Vermeidungsoptionen verwirklicht werden. Der Sachverständigenrat für Umweltfragen hat hierzu entsprechende Vorschläge ausgearbeitet und bereits Überlegungen angestellt, wie der europäische Emissionshandel in dieser Richtung reformiert werden könnte (SRU, 2008 und Hentrich u. a., 2009). Der Emissionshandel sollte aber nicht nur sektoral, sondern auch regional erweitert werden. In den USA geht die Debatte um die Einführung eines nationalen Emissionshandels in die entscheidende Phase. Die Bundesregierung sollte darauf hinwirken, dass dieses Emissionshandelssystem mit dem Europäischen Handelssystem zu einem transatlantischen Kohlenstoffmarkt verbunden wird (Flachsland u. a. 2008). Dieses Projekt hätte eine starke Signalwirkung für die Schaffung eines internationalen Abkommens, das auch China, Indien, Brasilien und Russland umfasst. Man kann allerdings zu Recht die Frage stellen, ob die Zeit noch reicht, schrittweise ein

² Die Forderung nach einer Klimazentralbank ist nicht neu. Einer der ersten Ökonomen, der ein Modell einer Klimazentralbank entworfen hat, ist Lutz Wicke (Wicke 2005). Ihm gebührt das Verdienst, dass er als einer der ersten darauf hingewiesen hat, dass alle inkrementellen Verbesserungen des Kyoto-Protokolls nicht dazu führen können, dass ambitionierte Klimaziele erreicht werden. Er fordert daher zu Recht, dass die internationale Staatengemeinschaft Rechenschaft über die enorme Diskrepanz zwischen den hohen Zielen und der Weigerung, die Mittel für dieses Ziel auch einzusetzen, ablegen muss. Sein Modell der Klimazentralbank hat jedoch nicht die Aufgabe, die Zertifikate intertemporal optimal zu steuern, sondern die Umverteilung von Renten zu begrenzen.

internationales Abkommen zustande zu bringen. Modellrechnungen zeigen, dass die Kosten um die Hälfte steigen können, wenn ein globales Abkommen erst in 2020 statt in 2010 auf den Weg gebracht würde (Luderer u. a. 2009). Bei noch weiterer Verzögerung muss das 2°C-Ziel sogar aufgegeben werden.

D. Nun sag wie hast Du's mit dem Eigentum?

Die Herausforderung des Klimawandels lässt sich auf eine einfache Formel bringen: Der Bestand an fossilen Ressourcen und Reserven im Boden übersteigt den verbleibenden Deponieraum der Atmosphäre um ein Vielfaches. Jeder ernsthafte Klimaschutz wird dazu führen, dass die Besitztitel der Eigentümer von Kohle, Öl und Gas entwertet werden. Denn durch die Einführung eines weltweiten Emissionshandels werden die Anbieter von Kohle, Öl und Gas gezwungen, die fossilen Ressourcenbestände im Boden zu belassen. Dadurch werden ihre Vermögen geringer; ein Teil des Vermögens wird in Form von CO₂-Verschmutzungsrechten auf eine Klimazentralbank übertragen, die treuhänderisch den verbleibenden Deponieraum der Atmosphäre bewirtschaftet. Der Eingriff in bestehende Eigentumsrechte ist darum gerechtfertigt, weil durch die Festlegung eines Kohlenstoffbudgets, gefährlicher Klimawandel vermieden wird. Durch ein rechtlich verbindliches Abkommen wird eine Knappheit erzeugt; diese Knappheit erzeugt eine Klimarente, die nach den Grundsätzen der Gerechtigkeit verteilt werden muss. Aller Erfahrung nach sind die Verteilungskonflikte nicht lösbar, wenn die Verteilung von Kohlenstoffbudgets ein Nullsummenspiel bleibt, wenn also der Verlust des einen der Gewinn des anderen ist. Dieser Verteilungskonflikt wird nur dann handhabbar, wenn es Technologien gibt, die es der Menschheit erlauben zu wirtschaften ohne die Atmosphäre als Deponieraum nutzen zu müssen. Dies ist nur möglich, wenn es zu einem zunehmenden Einsatz erneuerbaren Energien kommt. Nur unter dieser Voraussetzung lassen sich die Kosten des Klimaschutzes in Schach und Proportion halten. Eine vernünftige Klimapolitik setzt sowohl internationale Kooperation voraus als auch Innovation. Diesen Weg kann nur beschreiten, wer Geduld und Stetigkeit mitbringt. Politik, so Max Weber, sei das Bohren dicker Bretter. Das gilt vor allem für die internationale Klimapolitik.

Literatur

Bundesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) (Hrsg.), Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen 2007, Kurzstudie, 2008.

Carraro, Carlo/Eyckmans, Johan/Finus, Michael, Optimal transfers and participation decisions in international environmental agreements, *Review of International Organizations* 1, 4, 37996, 2006.

Edenhofer, Ottmar/Kalkuhl, Matthias, Das grüne Paradoxon - Menetekel oder Prognose, in: Beckenbach u. a. (Hrsg.), *Jahrbuch Ökologische Ökonomik*, 6: Diskurs Klimapolitik, 2009, S. 115 - 151.

Edenhofer, Ottmar/Knopf, Brigitte/Barker, Terry/Baumstark, Lavinia/Belleprat, Elli/Chateau, Bertrand/Criqui, Patrick/Isaac, Morna/Kitous, Alaban/Kypreos, Socrates/Leimbach, Marian/Lessmann, Kai/Magné, Bertrand/Scrieci, Serban/Turton, Hal/van Vuuren, Detlef, The economics of low stabilization: model comparison of mitigation strategies and costs. *The Energy Journal*, Volume 31 (Special Issue 1). *The Economics of Low Stabilization*, 2010

Finus, Michael, van Ierland, Ekko, Dellink, Rob, Stability of climate coalitions in a cartel formation game, *Economics of Governance*, 7, 27191, 2006.

Flachsland, Christian/Edenhofer, Ottmar/Jakob, Michael/Steckel, Jan, Developing the International Carbon Market - Linking Options for the EU ETS, Gutachten für das Auswärtige Amt, 2008.

Hentrich, Steffen/Matschoss, Patrick/Michaelis, Peter, CO₂-Emissionsrechte auf der ersten Handelsstufe: Ansatzpunkte, Wirkungen und Probleme, *Zeitschrift für Umweltpolitik & Umweltrecht (ZfU)*, 2/2009, 2009, S. 153 -163.

International Energy Agency (IEA), Energy Statistics Division, Energy Balances of OECD Countries 1960 - 2005, 2007, CD-ROM.

International Energy Agency (IEA), Energy Statistics Division, Energy Balances of non-OECD Countries 1971 - 2005, 2007, CD-ROM.

International Energy Agency (IEA), World Energy Outlook 2010, IEA, 2010.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Climate Change 2007 - Mitigation of Climate Change, Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007.

IPCC SRREN, Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation (SRREN), zur Veröffentlichung vorgesehen für Sommer 2011, 2011.

Knopf, Brigitte/Edenhofer, Ottmar/Barker, Terry/Bauer, Nico/Baumstark, Lavinia/Chateau, Bertrand/Criqui, Patrick/Held, Anne/Isaac, Morna/Jakob, Martin/Jochem, Eberhard/Kitous, Alban/Kypreos, Socrates/Leimbach, Marian/Magné, Bertrand/Mima, Silvana/Schade, Wolfgang/ Scrieci, Serban/Turton, Hal/van Vuuren, Detlef, The economics of low stabilisation: implications for technological change and policy, in: Hulme, Mike, Neufeldt, Henry (Hrsg.), *Making climate change work for us - ADAM synthesis book*, 2009.

Knopf, Brigitte/Kowarsch, Martin/Edenhofer, Ottmar, Vermeidung des Klimawandels: Optionen und Kosten, in: Edenhofer, Wallacher, Reder, Lotze-Campen (Hrsg), Global aber gerecht: Klimawandel bekämpfen – Entwicklung ermöglichen, Beck Verlag, 2010a.

Knopf, Brigitte/Kowarsch, Martin/Edenhofer, Ottmar, Das 2°C-Ziel – mehr als ein fauler Kompromiss, in: Edenhofer, Wallacher, Reder, Lotze-Campen (Hrsg), Global aber gerecht: Klimawandel bekämpfen – Entwicklung ermöglichen, Beck Verlag, 2010b.

Lessmann, Kai/Marschinski, Robert/Edenhofer, Ottmar, The Effects of Tariffs on Coalition Formation in a Dynamic Global Warming Game Economic Modeling, 2009, S. 641 - 649.

Luderer, Gunnar/Bosetti, Valentina/Steckel, Jan/Waisman, Henri/Bauer, Nico/De Cian, Enrica/Leimbach, Marian/Sassi, Olivier/Tavoni, Massimo, The Economics of Decarbonization - Results from the RECIPE model comparison, RECIPE Working Paper, Potsdam, 2009.

Luderer, Gunnar/De Cian, Enrica/Hourcade, Jean-Charles/Leimbach, Marian/Edenhofer, Ottmar, On the regional distribution of mitigation costs in a global cap-and-trade regime, zur Publikation in Climatic Change eingereicht, 2010.

Major Economics Forum, Declaration of the Leaders of the Major Economies Forum on Energy and Climate, 2009.

Newell, Richard, G./Pizer, William, A., Regulating stock externalities under uncertainty, Journal of Environmental Economics and Management 45, 2, 2003, S. 416 - 432.

Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU), Umweltgutachten 2008 - Umweltschutz im Zeichen des Klimawandels, 2008.

Sinn, Hans-Werner, Das Grüne Paradoxon, 2008.

UNFCCC, Decision 2/CP.15, Copenhagen Accord, 7-19 December, 2009.

Wagner, Ulrich, J., The Design of Stable International Environmental Agreements: Economic Theory and Political Economy, Journal of Economic Surveys, Blackwell Synergy, 15, 2001, S. 377 - 411.

Weitzman, Martin, L., Prices vs. Quantities, Review of Economic Studies, 41, 4, 1974, S. 477-491.

Wicke, Lutz, Beyond Kyoto - A New Global Climate Certificate System: Continuing Kyoto Commitments or a Global 'Cap and Trade' Scheme for a Sustainable Climate Policy?, 2005.

Wissenschaftlicher Beirat Globale Umweltveränderungen (WBGU), Kassensturz für den Weltklimavertrag - Der Budgetansatz, Sondergutachten, 2009.