

## Die ökonomischen Kosten des Klimawandels und der Klimapolitik

Von Claudia Kemfert und Barbara Praetorius\*

Der anthropogen, d.h. durch den Menschen verursachte Klimawandel wird weiter voranschreiten, wenn es nicht gelingt, das Volumen der globalen Treibhausgasemissionen zu senken. Der starke Anstieg dieser Emissionen, insbesondere durch die Industrialisierung in den vergangenen 100 Jahren, führt zu einem Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur und des Meeresspiegels sowie zu einer Zunahme extremer Wetterereignisse und Naturkatastrophen, die enorme volkswirtschaftliche Schäden verursachen.

Langjährige Beobachtungen verschiedener Indikatoren bestätigen, dass sich die Erde erwärmt. Allein im 20. Jahrhundert erhöhte sich die globale Oberflächentemperatur um 0,2 ( $\pm 0,6$ ) °C. Der Anstieg der Oberflächentemperatur der nördlichen Hemisphäre war in dieser Zeit größer als in den vorausgegangenen 1000 Jahren. Zugleich sind die anthropogenen Konzentrationen der Treibhausgase Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O) seit 1750 stark gestiegen. Allein die atmosphärische Konzentration von CO<sub>2</sub> hat sich von 1750 bis heute um 31 % ( $\pm 4$  %) erhöht. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen entstehen hauptsächlich bei der Verbrennung fossiler Energien. Die jüngste Erderwärmung ist daher im Wesentlichen auf menschlichen Einfluss zurückzuführen. Da zwischen den Emissionen und der Reaktion des Klimas einige Jahrzehnte liegen, sind – je nach Annahme über die weitere Entwicklung der Emissionen – weitere Temperaturerhöhungen von 1 °C bis zu 5,5 °C im Jahre 2100 zu erwarten, wie das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) mehrfach bestätigte.

In der Folge haben extreme Naturkatastrophen wie massive Regenfälle und dadurch verursachte Überschwemmungen, Hitzewellen und Stürme mit steigender Intensität an Zahl und Stärke deutlich zugenommen. Dieser Trend dürfte sich auch in der Zukunft noch fortsetzen. Die Folgen des Klimawandels sind global ungleich verteilt. In den Regionen Nordamerikas sind vermehrt Stürme und Tornados mit extremen Windintensitäten zu erwarten, während in Asien Überschwemmungen wahrscheinlicher sind. In Europa wiederum ist künftig neben extremen Hitzeereignissen und Fluten auch mit starken Stürmen wie Tornados und Hurrikanen zu rechnen. Die ökonomischen Schäden solcher extremer Wetterereignisse sind in den letzten drei Jahrzehnten um den Faktor fünfzehn gestiegen (Münchener Rück 2000). Im Jahr 2002 bezifferte die Versicherung der Münchener Rück die globalen Schäden auf 55 Mrd. US-\$ (Münchener Rück 2002).

Irreversible und gefährliche Klimaschäden werden dann auftreten, wenn die Treibhausgaskonzentration die Grenze von 450 ppm überschreitet und im Jahr 2100 die globale

\* DIW Berlin, E-Mail: [ckemfert@diw.de](mailto:ckemfert@diw.de), [bpraetorius@diw.de](mailto:bpraetorius@diw.de)

Oberflächentemperatur um mindestens 2 °C über dem vorindustriellen Niveau liegt. Um dies zu vermeiden, wäre eine Stabilisierung der Treibhausgaskonzentration auf dem heutigen Niveau notwendig. Allerdings muss eine hierauf zielende aktive Klimaschutzpolitik so bald wie möglich beginnen. Je weiter dies in die Zukunft verschoben wird, desto größer sind die zu erwartenden Klimaschäden: Durch eine schnell aktiv werdende Klimaschutzpolitik könnten bis zum Jahre 2050 Schäden von bis zu 200 Billionen US-\$ vermieden werden.<sup>1</sup> Auch die Kosten der Klimaschutzpolitik steigen mit der Zeit, da heutige Investitionen erst später klimawirksam werden. Aber selbst bei aktiver Klimaschutzpolitik wird ein gewisser Klimawandel nicht aufzuhalten sein. Daher spielen Anpassungsstrategien gerade für besonders betroffene Regionen eine wichtige Rolle (Kemfert 2004 und 2005).

Das in diesem Jahr in Kraft getretene Kyoto-Protokoll ist ein erster, wenn auch bescheidener Beginn einer aktiven Klimaschutzpolitik. Um den Klimawandel nachhaltig zu mindern, sind langfristige Klimaschutzziele erforderlich, die weit über die Emissionsminderungsziele des Kyoto-Protokolls hinausgehen, beispielsweise in Höhe von 60–80 % bis zum Jahr 2050. Hier wird es unumgänglich sein, dass die weltweit stärksten Emittenten von Treibhausgasen sich an einem Klimaschutzabkommen beteiligen. Hierbei ist zu prüfen, ob und welche Anreizinstrumente zur Kopplung von wirtschaftlichen und klimapolitischen Zielen genutzt werden können. Eine langfristige Klimaschutzpolitik muss marktwirtschaftliche Instrumente, beispielsweise der internationale Emissionsrechtehandel oder eine globale Emissionssteuer, mit gezielten Instrumenten zur Förderung von zukunftsweisenden Technologien verbinden.

Dieses Vierteljahrsheft widmet sich den Fragen, die mit dem Klimawandel und seiner möglichen Verminderung verbunden sind, aus verschiedenen Perspektiven. Betrachtet werden Ansätze der Bewertung der ökonomischen Kosten des Klimawandels, Aspekte der mit dem Klimawandel verbundenen Finanzrisiken sowie nationale und internationale Klimaschutzstrategien und -politiken.

Die ökonomischen Kosten des Klimawandels und -schutzes werden in der Forschungslandschaft unterschiedlich bewertet. *Otmar Edenhofer, Kai Lessmann, Nico Bauer und Hermann Held* zeigen mithilfe eines Integrated-Assessment-Modells, dass die Kosten eines effektiven Klimaschutzes bei etwa 1 % des weltweiten Bruttosozialprodukts liegen. Dazu müssten Energieeffizienz und die erneuerbaren Energien bis zur Mitte des Jahrhunderts deutlich steigen und die CO<sub>2</sub>-Emissionen an großen Punktquellen (fossil betriebenen Kraftwerken) eingefangen und schließlich in geologischen Formationen gelagert werden (Carbon Capture and Sequestration). Als politische Instrumente hierzu werden handelbare Emissionsrechte, grüne Energiezertifikate und „Carbon Sequestration Bonds“ diskutiert. *Volker Barth und Klaus Hasselmann* untersuchen verschiedene Szenarien von Emissionssteuern auf ihre ökonomischen und klimabezogenen Wirkungen in einem dynamischen Multi-Agenten-Modell. Eine globale Emissionssteuer in Höhe von bis zu 100 US-\$ pro Tonne Kohlenstoff könnte demnach zu einem Investitionsverhalten führen, in dem fossile durch erneuerbare Energien ersetzt werden und die Schäden durch Klimawandel deutlich reduziert sind. *Olav Hohmeyer* diskutiert die Möglichkeiten der Bewertung der Klima-

<sup>1</sup> Die Abschätzung der Schäden basiert auf verschiedenen Szenarien mit dem Simulationsmodell WIAGEM. Die Unsicherheiten und die Bandbreite der Berechnungen sind sicher groß. Das hier wiedergegebene Szenario beschreibt ein mittleres Wahrscheinlichkeitsszenario.

schäden und geht insbesondere darauf ein, dass ein Konsens über die normativen Komponenten der monetären Bewertung der Schadenskosten bestehen muss. Bei zu geringer Bewertung könnte die Gefahr bestehen, dass es ökonomisch nicht lohnend sein kann, den Treibhauseffekt einzudämmen. Es ist nach Hohmeyer eher wichtig, globale Klimaschutzziele zu bestimmen, um den Klimawandel erfolgreich einzudämmen.

Der Klimawandel und die damit einhergehenden Schadens- und Vermeidungskosten bergen enorme Finanzrisiken. Der Beitrag von *Gerhard Berz* resümiert die Dimension der in der Vergangenheit versicherten und nicht versicherten Klimaschäden und beschreibt die Handlungsoptionen aus der Sicht der Versicherungswirtschaft. Der Beitrag von *Sébastien Chaumont*, *Peter Imkeller* und *Matthias Müller* untersucht anhand eines mathematisch-stochastischen Modells die Möglichkeiten zur Minimierung der Finanzrisiken des einsetzenden Klimawandels. Ein System von handelbaren Klimabonds kann demnach dazu beitragen, die Risiken durch Klimawandel deutlich zu vermindern. Praktische Ansätze zur Rolle des Finanz- und Versicherungssektors bei der Minderung von Finanzrisiken des Klimawandels und -schutzes diskutieren *Holger Hoff*, *Koko Warner* und *Laurens Bouwer*. Innovative Instrumente des Finanzsektors, beispielsweise Mikrokredite, indexbasierte Versicherungen, Versicherungspools und internationale Rückversicherungen sowie neue Partnerschaften zwischen Privatsektor, Regierungen, Zivilgesellschaft und internationalen Organisationen können demnach zur Minderung der Risiken beitragen. Die Implementation solcher Instrumente ist gerade für von Klimawandel und -schäden besonders betroffene Entwicklungsländer vordringlich.

Zur erfolgreichen Verminderung eines globalen Klimawandels müssen internationale und nationale Klimaschutzstrategien entwickelt und implementiert werden. Der Beitrag von *Martin Jänicke* diskutiert die Grundbedingungen effizienter Klimaschutzpolitik und macht darauf aufmerksam, dass Klimaschutz nicht an Technologien oder Kosten scheitern muss. Erhebliche Restriktionen seien vielmehr mit der politischen Umsetzung verbunden. Eine effizienzbetonte Klimapolitik müsse die gesellschaftliche Akzeptanz für langfristige Veränderungen herstellen; ihre zu erwartende Verschärfung bestimme aber letztlich die Handlungsoptionen der Energiewirtschaft. *Leo Schrattenholzer* und *Gerhard Totsching* untersuchen die Auswirkungen des Handels von Emissionszertifikaten auf die Kosten der Erfüllung des Kyoto-Protokolls sowie die Erträge, die Osteuropa, Russland und die Ukraine mit dem Verkauf eines Teils ihrer Emissionsrechte erzielen können. Die Berechnungen zeigen, dass die Zulassung von Reduktionsgutschriften im Rahmen des „Clean Development Mechanism“ und der Handel der Emissionsrechte eine deutliche Minderung der Erfüllungskosten erlauben. Gleichzeitig sinken die erreichten Emissionsminderungen. *Claudia Kemfert* und *Susanne Dröge* untersuchen die ökonomischen Auswirkungen von internationaler Handels- und Klimapolitik. Sanktionen in Form von Handelsrestriktionen können solche Länder, die sich bisher nicht an internationalen Klimaschutzabkommen beteiligt haben, nicht dazu bewegen, sich der Klimaschutzkoalition anzuschließen. Hingegen können Kooperationen im Hinblick auf technologische Innovationen Anreize für nicht kooperierende Länder geben, einem Klimaschutzabkommen beizutreten. Der Beitrag von *Frank Biermann* und *Rainer Brohm* hingegen geht der Frage nach, ob eine Anpassung der Energiesteuern für Länder, die nicht dem Kyoto-Protokoll beigetreten sind, möglich ist, um eventuelle Preisunterschiede auszugleichen. Der Beitrag kommt zu dem Schluss, dass derartige Steuerlösungen kompatibel mit dem WTO-Recht und damit geeignete Maßnahmen sind, die nicht aktiven Länder zu einer aktiveren Klimaschutzpolitik zu bewegen. Der

Beitrag von *Hubertus Bardt* schließlich bezweifelt, dass das Kyoto-Protokoll langfristig zu einer Verlangsamung des Klimawandels beitragen kann. Die Ursachen hierfür lägen in den Interessen der Länder, die eigenen Klimaschutzanstrengungen zu minimieren und so Kosten zu sparen. Bardt analysiert deren Verhalten und kommt zu dem Schluss, dass ein ausgewogener Policy-Mix sowohl die Emissionsminderung als auch die Anpassung an den Klimawandel beinhaltet.

Die Potentiale und Perspektiven der nationalen Klimaschutzpolitik müssen im Rahmen dieser internationalen Dynamiken betrachtet werden. *Hans-Joachim Ziesing* und *Jochen Diekmann* untersuchen die Perspektiven der deutschen Klimaschutzpolitik und kommen dabei zu dem Schluss, dass weitere Emissionsminderungsmaßnahmen für eine erfolgreiche Klimaschutzpolitik unausweichlich sind. Die bisherigen Instrumente haben zwar insgesamt zu Emissionsminderungen beigetragen, dennoch wird es künftig notwendig sein, klimaschutzpolitische Maßnahmen fortzuführen und zusätzliche Instrumente einzusetzen. Der Beitrag von *Ulrich Fahl*, *Henrike Koschel*, *Andreas Löschel*, *Bastian Rühle* und *Helmut Wolf* diskutiert die methodischen Anforderungen an die Konzeption regionaler Klimaschutzprogramme vor dem Hintergrund begrenzter Umsetzungsspielräume angesichts der globalen Dimension des Klimaproblems und des nationalen und internationalen klimapolitischen Rahmens auf regionaler Ebene. Am Beispiel von Hessen werden Konzepte zur Bewertung von Klimaschäden sowie Kategorien und Kosten regional verfügbarer CO<sub>2</sub>-Vermeidungsmaßnahmen aufgezeigt. Abschließend erörtern *Anthony Patt* und *Bernd Siebenhüner* die Auswirkungen des Klimawandels und möglicher Anpassungsmaßnahmen anhand eines agentenbasierten Modells. Sie untersuchen die Divergenz und zugleich Interdependenz individueller und gesamtgesellschaftlicher (System-)Reaktionen am Beispiel des Klimawandels. Der Beitrag resümiert, dass agentenbasierte Modelle zwar nicht die Zukunft des komplexen adaptiven Systems vorhersagen, jedoch Erkenntnisse über die Beziehungen und Eigenschaften der beteiligten Systeme gewonnen werden können, um damit die möglichen zukünftigen Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel und deren Kosten zu bewerten.

### Literaturverzeichnis

- Kemfert, Claudia (2004): Die ökonomischen Kosten des Klimawandels. *Wochenbericht des DIW Berlin*, 71 (42), 615–623.
- Kemfert, Claudia (2005): Weltweiter Klimaschutz: Sofortiges Handeln spart hohe Kosten. *Wochenbericht des DIW Berlin*, (72) 12–13, 209–217.
- Münchener Rück (2000): *Die Welt der Naturkatastrophen*. München.
- Münchener Rück (2002): *Jahresrückblick Naturkatastrophen 2002*. München.