

Die gegenwärtige im Kyoto-Protokoll festgelegte Klimapolitik versucht vorrangig, dem Klimawandel mit einer Strategie der Emissionsverminderung zu begegnen. Die dort festgelegten Reduktionsziele für den CO₂-Ausstoß sind für viele Länder nicht mehr zu realisieren. Und einige Länder, die zu den größten Emittenten gehören, vor allem die USA, haben sich dem Kyoto-Protokoll nicht angeschlossen. Sollte die Klimapolitik in Zukunft weniger auf Emissionsvermeidung und eher auf eine Anpassung an die Erderwärmung zielen?

Nach dem Scheitern von Cancún: Politik zwischen Klimaschutz und Anpassung

Klimaschutz ist eine globale Aufgabe. Um das Ziel zu erreichen, den Anstieg der weltweiten Durchschnittstemperatur zu begrenzen, muss die globale Gesamtmenge der Emissionen reduziert werden. Ohne entsprechende Anstrengungen der größten Verursacher von Emissionen – China und die Vereinigten Staaten von Amerika, die zusammen fast 40% der weltweiten Treibhausgasemissionen ausstoßen – wird ein effektiver Klimaschutz nicht möglich sein. Deutschland trägt heute nur noch gut 2 1/2% zum gesamten weltweiten Ausstoß von Treibhausgasen bei. Die großen Bemühungen, in Deutschland Emissionen zu reduzieren, wirken sich auf das weltweite Klima kaum aus.

Seit Jahren wird versucht, das für wirkungsvollen Klimaschutz kaum taugliche Kyoto-Protokoll durch ein neues Abkommen zu ersetzen, bevor es Ende 2012 ausläuft (vgl. Bardt und Selke 2007). An den unterschiedlichen Interessen der Länder sind aber bisher alle Versuche – auch auf den letzten Klimagipfeln in Kopenhagen und Cancún – gescheitert, die Weltgemeinschaft auf verbindliche Klimaschutzziele für die einzelnen Länder zu verpflichten. Obwohl Europa weitgehende Schritte angeboten hatte, konnte keine Übereinkunft erzielt werden. Die Erfahrungen aus 18 Jahren Klimarahmenkonvention und 13 Jahren Kyoto-Protokoll sind ernüchternd. Während die Europäische Union

mit ihren 27 Mitgliedern ihre Emissionen seit 1990 um über 11,3% gesenkt hat und Deutschland sogar ein Minus von 21,4% bis 2008 erreichen konnte, haben die USA als bisher größter Verursacher noch einmal 13,3% mehr Klimagas ausgestoßen. China hingegen hat seine Treibhausgasemissionen seit 1990 mehr als verdoppelt und ist damit zum größten Emittenten der Welt aufgestiegen. Global sind die Emissionen seit 1990 um mehr als ein Fünftel angestiegen – trotz all der Konferenzen, Verpflichtungen, Regelungen und Anstrengungen. Dem Ziel des Klimaschutzes ist man auf globaler Ebene kaum näher gekommen.

Das Gefangenendilemma im Klimaschutz

Über die unterschiedlichen Kosten des Klimaschutzes und des Klimawandels wird ausführlich gestritten, spätestens seit der Stern-Report (Stern 2006) mit einer Kostenschätzung international für Aufsehen sorgte. Unterstellt man die naturwissenschaftlichen Ausführungen zum menschlich verursachten Klimawandel (vgl. IPCC 2007) als richtig, kann davon ausgegangen werden, dass aus globaler Perspektive eine Beschränkung der Treibhausgasemissionen über die nächsten Jahrzehnte günstiger ist als eine dauerhafte Veränderung des Klimas.

Das grundlegende Problem des globalen Klimaschutzes ist es aber, dass es für ein Land wirtschaftlich vorteilhafter ist, wenn andere die Lasten des Klimaschutzes schultern. So verweisen die USA auf China und fordern ein klareres Engagement der Schwellenländer, bevor sie selbst verbindliche und anspruchsvolle Verpflichtungen akzeptieren wollen. China hingegen verweist auf die Industrielän-



Hubertus Bardt*

* Dr. Hubertus Bardt ist Stellv. Leiter des Wissenschaftsbereichs Wirtschaftspolitik und Sozialpolitik und Leiter der Forschungsstelle Umwelt- und Energieökonomik am Institut der deutschen Wirtschaft Köln.

der und stellt die eigene wirtschaftliche Entwicklung vor den Klimaschutz. Fraglich ist, mit welcher Strategie das abwartende Verhalten von USA und Schwellenländern aufgebrochen werden kann. Bisher gefährdet Europa die Wettbewerbsfähigkeit seiner energieverbrauchenden Wirtschaft, solange sich die großen Verursacher von Treibhausgasen nicht beteiligen und sich damit für das Klima auch kein Fortschritt einstellt.

Auch wenn die Strategie der Klimagasvermeidung aus globaler Perspektive verschiedenen Untersuchungen folgend die kostengünstigere Alternative zu einer Passivstrategie sein sollte, bei der die Schäden des Klimawandels zu tragen sind, stellen sich die Kosten-Nutzen-Kalküle auf nationaler Ebene anders dar. Selbst für die Staaten, die die Folgen einer Erderwärmung fürchten müssen, muss eine aktive Klimaschutzpolitik nicht die individuell rationale Lösung sein. Dies lässt sich am bekannten Grundmodell des Gefangenendilemmas darstellen (vgl. Abb. 1).

Abbildung 1 skizziert das Gefangenendilemma im Klimaschutz aus Sicht eines einzelnen Landes. Dabei wird unterstellt, dass die Kosten des Klimaschutzes deutlich unter den Schäden liegen, die das Land im Falle eines weltweiten Klimawandels zu tragen hätte. Ferner wird unterstellt, dass das einzelne Land den globalen Klimawandel nur in geringem Umfang beeinflussen kann. Somit kann es den zu erwartenden im Inland anfallenden Schaden durch eigene Vermeidungsanstrengungen nur um etwa 5% der maximalen inländischen Schadenssumme reduzieren. In jedem Fall, egal ob sich der Rest der Welt um Klimaschutz bemüht oder nicht, muss das Land bei seiner politischen Entscheidung abwägen, ob es die vollständigen Kosten des nationalen Klimaschutzes tragen möchte, obwohl es dadurch nur in geringem Umfang niedrigere Scha-

denkosten vermeiden kann. Ein Verzicht auf Klimaschutzpolitische Maßnahmen ist die dominante Strategie, die in jedem der beiden Fälle rational erscheint. Dies gilt für den Großteil aller Länder, so dass eine wirksame internationale Klimapolitik kaum zu erwarten ist.

Klimaschutz als öffentliches Gut – Anpassung als privates Gut

Neben aktivem Klimaschutz und einer reinen Passivstrategie verbleibt eine weitere Politikoption, die nur langsam an Aufmerksamkeit gewinnt. Es handelt sich um eine Anpassungsstrategie, die vor allem auf die Minimierung der Schäden abzielt, die durch einen absehbaren Klimawandel entstehen. Derartige Anpassungsstrategien werden für einzelne Länder unumgänglich sein, die besonders vom Klimawandel betroffen sind. Denkbar sind beispielsweise Maßnahmen des Deichbaus zur Sicherung von Küstenlandschaften, die durch einen steigenden Meeresspiegel bedroht sind. Die Bundesregierung hat hierzu ihre Deutsche Anpassungsstrategie (DAS) vorgelegt (Bundesregierung 2008). Aber nicht nur einzelne Länder werden Versuche unternehmen, sich der vermuteten Erderwärmung anzupassen. Selbst bei einer erfolgreichen internationalen Klimapolitik ist mit einer Erderwärmung von mindestens 2 Grad zu rechnen, bei einem weiteren Scheitern der Verhandlungen muss von größeren Werten ausgegangen werden. Anpassung wird damit zu einer globalen Herausforderung, wenn auch mit unterschiedlichen Problemlagen und Intensitäten in den verschiedenen Weltregionen.

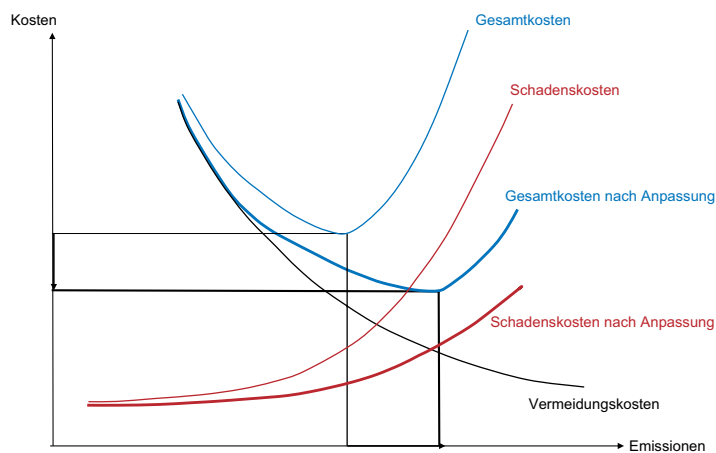
Wird auf globaler Ebene nach einem wirtschaftlich optimalen Niveau von Klimagasemissionen gesucht, müssen sowohl die durch die nicht vermiedenen Emissionen verursach-

Abb. 1
Klimaschutz als Gefangenendilemma (aus Sicht von Land A)

		Rest der Welt	
		Klimaschutzstrategie	Passivstrategie
Land A	Klimaschutzstrategie	Klimaschutzkosten: 100 Schaden: 0	Klimaschutzkosten: 100 Schaden: 190
	Passivstrategie	Klimaschutzkosten: 0 Schaden: 10	Klimaschutzkosten: 0 Schaden: 200

Quelle: Darstellung des Autors.

Abb. 2
Globaler Klimaschutz nach Senkung der Schadenskosten (Schema)



Quelle: Darstellung des Autors.

ten Schäden – egal bei wem sie anfallen – als auch die zur Vermeidung von Klimagasemissionen aufzubringenden Kosten betrachtet werden. Aus den mit dem Emissionsvolumen steigenden Schadens- und sinkenden Vermeidungskosten ergibt sich ein kostenminimales Emissionsniveau.

Die Strategie der Anpassung an den Klimawandel zielt darauf ab, die Kosten der auftretenden Schäden des Klimawandels über das Spektrum möglicher Emissionsniveaus hinweg zu senken. Wenn hier quasi »Effizienzgewinne« erzielt werden können, sinken nicht nur die gesamten Kosten des Klimawandels, auch die optimale Emissionsmenge vergrößert sich (vgl. Abb. 2). Trotz der Senkung der Kosten der Klimaschäden bleibt eine aktive Politik des Klimaschutzes Bestandteil eines optimalen Politikmixes, wenn auch die Klimagasvermeidung leicht an Bedeutung verliert und somit erhebliche Vermeidungskosten eingespart werden können.

Der wesentliche ökonomische Unterschied zwischen einer Vermeidungs- und einer Anpassungsstrategie liegt jedoch weniger in den tatsächlichen Kosten, als vielmehr in der Struktur des hergestellten Gutes. Klimaschutz ist ein klassisches öffentliches Gut. Es gilt sowohl Nichtrivalität im Konsum als auch die Nichtanwendbarkeit des Ausschlussprinzips. Kein Land kann von einem stabilen Weltklima deshalb nicht profitieren, weil irgendein anderes Land dies tut. Die Nichtrivalität im Konsum ist für sich genommen aber noch kein hinreichender Grund, die freiwillige Bereitstellung durch dezentrale Akteure in Frage zu stellen. Durch die Nichtanwendung des Ausschlussprinzips entsteht jedoch ein reines öffentliches Gut. Niemand kann dazu gezwungen werden, einen Kostenbeitrag zu seiner Bereitstellung zu leisten, der seiner durch die zu erwartenden Schäden bestimmten Zahlungsbereitschaft entspricht. Dies gilt insbesondere auch für

die Länder, die sogar von einem wärmeren Klima profitieren könnten. Bekanntlich ist bei solchen öffentlichen Gütern damit zu rechnen, dass die Individuen von dem Gemeinschaftsgut profitieren wollen, ohne einen entsprechenden Beitrag zu leisten. Sie sind daran interessiert, ihre Zahlungsbereitschaft möglichst niedrig anzugeben, um so kostengünstig in den Genuss des Gutes zu kommen. Dieses Trittbrettfahrerverhalten sorgt dafür, dass die Kosten nicht von den Nutzern getragen werden können und letztendlich das öffentliche Gut nicht bereitgestellt wird, obwohl die Beteiligten hiervon eigentlich profitieren würden.

Ein wirkliches öffentliches Gut kann nur durch eine zentrale Institution bereitgestellt oder zumindest organisiert werden, die in der Lage ist, die notwendigen Beiträge der Nutznießer

einzufordern. Dies findet im Fall des Klimaschutzes als globales Umweltproblem nicht statt. Eine globale Institution, die entsprechende Klimaschutzanstrengungen der einzelnen Länder erzwingen könnte, existiert nicht. Es gibt auch keinen Mechanismus, durch den die Länder an regelkonformem Verhalten interessiert sind, wie dies beispielsweise durch die Sanktionsmöglichkeiten der WTO im Außenhandel der Fall ist, die Strafzölle als Reaktion auf protektionistische Maßnahmen eines Landes für zulässig erklären kann. Zwar gibt es mit dem Kyoto-Protokoll internationale Verträge zum Klimaschutz, die jedoch einen ausreichenden Sanktionsmechanismus ebenso vermissen lassen wie einen Anreiz zur Teilnahme am Vertrag. Die Schwierigkeiten, zu einer internationalen Übereinkunft über weitere Klimaschutzmaßnahmen nach 2012 zu kommen, zeigen die Folgen dessen, dass Klimaschutz den Charakter eines öffentlichen Guts hat. Es ist sehr zweifelhaft, dass im internationalen Kontext ausreichende Maßnahmen getroffen werden, um das Klima dauerhaft zu stabilisieren.

Auch wenn die durch den verstärkten Treibhauseffekt möglicherweise ausgelöste Erwärmung der Erde durch einen globalen ortsunabhängigen Ausstoß von Klimagasen verursacht wird, stellen sich die Auswirkungen doch oftmals als regional beschränkte Phänomene dar. Die Schäden entstehen nicht irgendwo in der Anonymität des Globus, sondern konkret in Regionen, die beispielsweise durch einen höheren Meeresspiegel oder zunehmende Extremwittersituationen wie Überschwemmungen und Wirbelstürme bedroht sind. Im Gegensatz zur Verhinderung des globalen Klimawandels handelt es sich bei den Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel daher auch im Wesentlichen um private Güter oder regionale Clubgüter. Jedes Individuum oder jedes Land ist daran interessiert, sich so auf den absehbar eintretenden Klimawandel vorzubereiten, dass die daraus

resultierenden Schäden möglichst gering bleiben. Die hierbei jeweils zu tragenden Anpassungslasten werden aufgebracht, um die im Inland anfallenden Schäden zu minimieren. Der Kreis der Kostenträger entspricht im Prinzip dem Kreis der Nutznießer.

Derartige Anpassungsstrategien können auf einzelwirtschaftlicher Ebene implementiert werden, wenn beispielsweise Reiseveranstalter oder Hotelketten ihre Schwerpunkte in Regionen verlegen, die durch den Klimawandel attraktiver werden, während sie sich aus den Gegenden, die für Touristen weniger interessant werden, eher zurückziehen. Auch Industrieunternehmen würden gegebenenfalls ihre Produktionsstandorte aus den Regionen abziehen, die besonders durch Hochwasser, Wirbelstürme oder andere Folgen des Klimawandels betroffen wären. Die Verlagerungskosten müssen von den einzelnen Unternehmen getragen werden, die dadurch aber den Schaden verringern können, der ihnen durch die Erderwärmung entstehen kann.

Regionale oder nationale Anpassungsmaßnahmen können von der entsprechenden Gebietskörperschaft als Clubgut angeboten werden, von dem überwiegend die Bewohner und Unternehmen der jeweiligen Region profitieren. Deichbau zum Schutz von Landstrichen durch den von der Erderwärmung ausgelösten Anstieg des Meeresspiegels wäre hierfür ein klassisches Beispiel. Da hier die entsprechenden institutionellen Voraussetzungen für eine obligatorische Zahlung von Steuern und anderen Abgaben vorliegen, kann auch die Finanzierung derartiger Anpassungsmaßnahmen als sichergestellt angesehen werden. Bei der schadensminimierenden Anpassung an den Klimawandel handelt es sich also in vielen Fällen um private Güter oder aber um solche regionalen öffentlichen Güter, in der die jeweilige Gebietskörperschaft die Bereitstellung nicht nur sicherstellen kann, sondern dies auch tun möchte, sofern der vermiedene Schaden in der Region größer ist als die aus dem öffentlichen Haushalt zu tragenden Kosten.

Aber auch bei der Bereitstellung privater Anpassungsgüter kann es zu Schwierigkeiten kommen, auch wenn in verschiedenen Branchen unterschiedlicher Anpassungsbedarf besteht (vgl. Mahammadzadeh und Biebeler 2009). Kritisch ist dabei die heute wahrgenommene Betroffenheit, die bei Unternehmen aus Deutschland teilweise vergleichsweise niedrig ausfällt. Selbst wenn es eine wahrgenommene Notwendigkeit einer Anpassung an den Klimawandel gibt, ist aber oftmals unklar, wie genau diese klimatischen Veränderungen an den jeweiligen Standorten aussehen werden. Ein größeres Hindernis stellt aber die zeitliche Dimension dar: Anpassungsmaßnahmen, die erst in einigen Jahrzehnten notwendig sind, können sich in der unternehmerischen Praxis heute in aller Regel noch nicht niederschlagen. Der optimale Anpassungszeitpunkt liegt in den allermeisten Fällen für die jeweiligen Unternehmen noch in der Zukunft.

Wie geht es weiter in der Klimapolitik?

Die derzeitige Klimapolitik setzt eindeutig auf eine Strategie der Emissionsvermeidung. Das Kyoto-Protokoll als zentrales Element der internationalen Klimapolitik sieht Reduktionsziele für Klimagase vor, ohne dass sich hierdurch eine wirkliche Stabilisierung des Weltklimas erreichen ließe. Dennoch sind schon die derzeit verbindlichen Ziele für viele Länder kaum noch zu realisieren, andere – allen voran die USA – haben sich dem Kyoto-Protokoll nicht angeschlossen. Die Reduzierung der Schäden durch eine Politik der Anpassung an eine kaum zu vermeidende Erderwärmung steht als alternative oder zusätzliche Politikoption bisher zu wenig im Mittelpunkt der Diskussion.

Die Stabilisierung des Weltklimas ist ein globales öffentliches Gut, für dessen Bereitstellung es keine mit zur Erhebung der nötigen Mittel ausreichenden Kompetenzen ausgestattete globale Institution gibt. Sich an der Bereitstellung dieses Gutes zu beteiligen, ist für jedes Land einzeln betrachtet nicht rational. Trittbrettfahrerverhalten lohnt sich. Bis auf eine Reihe von Klimaschutzpolitischen Vorreitern werden sich viele Länder auch in Zukunft nicht an internationalen Übereinkommen zum Klimaschutz beteiligen oder die vereinbarten Ziele nicht mit der notwendigen Anstrengung verfolgen. Da im Gegensatz zum Klimaschutz bei einer Politik der Anpassung nicht nur die Kosten im jeweiligen Land anfallen, sondern auch die Nutzen in Form von vermiedenen Schäden vollständig im Inland verbleiben, ist das Interesse der Länder an einer solchen Anpassungspolitik groß. Instrumente zur Reduzierung der eintretenden Schäden sind private oder regionale öffentliche Güter, die von den Gebietskörperschaften bereitgestellt werden können. Dies gilt nicht nur für die Länder, die Anpassung als Alternative zum Klimaschutz auffassen. Vielmehr werden sich auch diejenigen, die sich an einer international abgestimmten Klimapolitik beteiligen, Maßnahmen ergreifen, die die Kosten des dennoch anfallenden Klimawandels vermindern.

Das Dilemma der fehlenden internationalen Bereitschaft zum globalen Klimaschutz will die deutsche und europäische Klimapolitik dadurch auflösen, dass eine Vorreiterrolle eingenommen wird. Das positive Beispiel Europas solle andere Länder davon überzeugen, ihrerseits Anstrengungen im Klimaschutz zu unternehmen. Entsprechend haben die 15 Länder der damaligen Europäischen Union das Kyoto-Protokoll unterzeichnet und ratifiziert und sich damit auf eine gemeinsame Reduktion der Treibhausgasemissionen um 8% gegenüber 1990 verpflichtet. Das weitgehende Ziel einer Senkung von 20% ist bereits einseitig für das Jahr 2020 festgelegt und gesetzlich umgesetzt. Das Angebot, die Reduktionsverpflichtung auf 30% zu erhöhen, sofern andere Länder gleichwertige Minderungszusagen machen, liegt auf dem Tisch. Deutschland hat einseitig eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um bis 40% gegenüber 1990 bis 2020

zugesagt und trägt damit weiterhin den größten Teil der europäischen Minderungsverpflichtung. Wichtige andere Industrieländer und die schnell wachsenden Schwellenländer haben sich diesem Ziel nicht angeschlossen, so dass insgesamt der von den Experten des Weltklimarates vorgegebene Korridor einer globalen Minderung von 25 bis 40% bis 2020 deutlich verfehlt wird.

Entgegen der Argumentation der Kommission würden Anreize für Drittländer, einem internationalen Klimaschutzregime beizutreten, durch eine einseitige Verschärfung des europäischen Ziels weiter verringert. Europa hat auf der einen Seite Frühstartervorteile erarbeitet, auf der anderen Seite aber auch Wettbewerbsnachteile für bestimmte Branchen generiert. Diese Kostennachteile Deutschlands und Europas sind Kostenvorteile aus der Sicht von Drittländern. Durch den Beitritt zum Klimaschutzprozess würden diese Vorteile der Drittländer wegfallen, während die Wettbewerbsnachteile in Klimaschutzindustrien, die gegenüber dem Vorreiter EU bestehen, beibehalten werden. Eine Erhöhung der europäischen Klimaschutzverpflichtung vergrößert diese Kostenvorteile und macht eine Entscheidung pro Klimaschutz für Länder, die bisher noch keinen Beitrag leisten, zunehmend unattraktiv. Zudem schwächt eine deutsche und europäische Politik, die es energieintensiven Unternehmen unmöglich macht, hier zu produzieren, die häufig angeführte Vorbildfunktion, weil deutlich würde, dass Klimaschutz und wirtschaftliche Entwicklung im Konflikt zueinander stehen können. Das wäre abermals ein erheblicher Rückschritt für den globalen Klimaschutz. Schon heute ist die deutsche Klimaschutzpolitik nicht hinreichend effizient, um wirklich international als nachahmenswertes Vorbild dazustehen (vgl. Bardt 2009).

Die Erfahrungen aus dem Kyoto-Protokoll, das im Wesentlichen in Europa zur Erfüllung von anspruchsvollen Emissionsminderungspflichten geführt hat, dürfen sich nicht wiederholen. Eine solche einseitige Lastenverteilung wäre nicht zu tragen. Umso wichtiger ist eine gute Verhandlungsposition der EU-Länder in den weiteren Verhandlungen. Strittig ist vor allem, inwiefern die großen Vorleistungen der EU in den letzten Jahren einen Beitrag dazu leisten, andere Länder zu vergleichbaren Anstrengungen zu bewegen.

Dabei schränkt die weitgehende Vorreiterrolle Europas die eigene Verhandlungsposition schon aus den oben genannten Gründen ein. Ein wirksamer Klimaschutz kann jedoch nur durch international konzentrierte Anstrengungen gelingen, und das verbleibende Verhandlungspotenzial der EU darf nicht weiter durch ein Vorpreschen geschwächt werden. Zusätzliche Reduktionsverpflichtungen über die angekündigten 20 bis 30% bis 2020 hinaus kann die Europäische Union kaum übernehmen. Ein Zurückweichen hinter diese Vorstellungen dürfte ebenso schwer zu realisieren sein. Schon die Schwierigkeiten bei der Realisierung der in Kopenhagen zugesagten Finanzierungshilfen für Klimaschutz und Anpassung in Ent-

wicklungsländern macht die Komplexität der Situation deutlich. Die internationale Klimapolitik ist in weiten Teilen ein Versuch, ein globales Verteilungsproblem (der Kosten des Klimaschutzes) so zu lösen, dass dies von allen Ländern für fair erachtet wird. An dieser Herausforderung sind die bisherigen Klimaschutzverhandlungen gescheitert.

Die Bundesregierung hat sich einseitig auf eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um 40% bis zum Jahr 2020 gegenüber 1990 festgelegt. Dies entspricht einer drastischen Verschärfung des bisherigen Klimaschutzkurses, der durch das Kyoto-Protokoll für Deutschland eine Verringerung der Emissionen um 21% in den 22 Jahren bis 2012 vorsah. Für weitere 19% sind bei punktgenauer Erfüllung des Kyoto-Ziels nur acht Jahre vorgesehen, gerechnet ab 2008 in zwölf Jahren. Ein Vergleich mit den noch niedrigeren Emissionswerten von 2009 wäre unangemessen, da es sich hierbei um Werte handelt, die nur durch die schwere Wirtschaftskrise zu erklären sind. Der starke einmalige Rückgang wird im Zuge der wirtschaftlichen Erholung spätestens 2011 wieder ausgeglichen werden.

Das anspruchsvolle deutsche Ziel entspricht damit nahezu einer Verdoppelung der Geschwindigkeit des Klimaschutzes. Da davon auszugehen ist, dass die günstigsten Vermeidungsmaßnahmen früh ergriffen werden und daher in Deutschland weitgehend umgesetzt sind, muss mit einem deutlich höheren Aufwand und höheren Kosten gerechnet werden. Deutschland hat sich auf eine Emissionsminderung von 40% gegenüber 1990 verpflichtet. Würde das EU-Ziel von 20 auf 30% erhöht, rücken die anderen europäischen Länder näher an Deutschland heran. Dennoch ist auch eine Verschärfung des EU-Emissionsziels mit erheblichen Auswirkungen auf den Wirtschaftsstandort Deutschland verbunden. Dies kommt hinzu zu einem ohnehin schon hohen Energiepreinsniveau in Deutschland. Dabei sind nicht nur einzelne, klar abgrenzbare Branchen belastet. Vielmehr werden ganze Wertschöpfungsketten in Deutschland gefährdet, wenn die Grundstoffproduktion untragbar verteuert wird. Gerade für Deutschland ist die Frage der Kostenbelastungen für die Industrie besonders wichtig, weil die Industrie hier einen deutlich höheren Beitrag für Wertschöpfung, Beschäftigung und Steuerzahlungen leistet als in anderen europäischen Ländern wie Frankreich oder dem Vereinigten Königreich.

Trotz der deutschen und europäischen Vorreiterrolle ist davon auszugehen, dass eine Stabilisierung des Klimas als globales öffentliches Gut nicht in ausreichendem Maße zustande kommen wird, auch wenn dies insgesamt kostenminimierend wäre. Damit wird der Klimawandel stärker ausfallen, als er unter optimalen Bedingungen ausfallen müsste. Maßnahmen zum Schutz vor Klimafolgen als private oder quasi private Güter werden hingegen bereitgestellt und finanziert. Im Ergebnis ist zu erwarten, dass es zu einer Unterversorgung mit dem öffentlichen Gut Klimaschutz kom-

men wird, während zu viele Mittel für den Schutz vor Klimafolgen aufgewendet werden. Besonders negativ betroffen hiervon wären insbesondere diejenigen Länder, die sich ausreichende Maßnahmen zum Schutz ihrer Bevölkerung und ihrer Lebensgrundlagen nicht leisten können oder die beispielsweise aufgrund des Klimawandels von Wüstenbildung bedroht sind, wogegen kaum Schutzmaßnahmen getroffen werden können. Das globale Umweltproblem wird vermutlich nur unzureichend gelöst werden, regionale Teillösungen werden jedoch gefunden.

Wichtig wird es für die Zukunft sein, einen ausgewogenen Policy-Mix aus Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel zu finden. Hierdurch lässt sich der kostengünstigste Umgang mit den Klimawirkungen menschlichen Handelns verwirklichen. Daher ist auch Forschung in Anpassung von großer Bedeutung (vgl. Mahammadzadeh, Biebeler und Bardt 2009). So werden im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme KLIMZUG in verschiedenen Regionen Anpassungsstrategien entwickelt und implementiert (KLIMZUG 2010). Weder eine reine Anpassung an vermeidbare Klimaveränderungen erscheint sinnvoll, noch eine Vermeidung von Klimagasemissionen um jeden Preis. Einzelne Länder und Ländergruppen haben unterschiedliche klimapolitische Motivationen, unterschiedliche Anpassungs- und unterschiedliche Vermeidungsmöglichkeiten. Hieraus ergeben sich jeweils andere Kombinationsmöglichkeiten beider Strategien. In einen funktionsfähigen internationalen Rahmen eingebunden, können derartige Ideallösungen gefunden werden. Sollte sich jedoch abzeichnen, dass negative Auswirkungen des Klimawandels trotz allem nicht zu vermeiden sind, oder dass die notwendigen globalen Anstrengungen aufgrund ihres Charakters als öffentliche Güter nicht in ausreichendem Maße zustande kommen, werden einzelne Länder und Ländergruppen den Schwerpunkt der Klimapolitik auf eine individuelle Anpassung an das veränderte Klima verlegen müssen.

Literatur

- Bardt, H. (2009), »Grundzüge einer effizienten Klimapolitik«, *IW-Positionen* Nr. 42, Beiträge zur Ordnungspolitik aus dem Institut der deutschen Wirtschaft Köln, Köln.
- Bardt, H. und J.-W. Selke (2007), »Klimapolitik nach 2012 – Optionen für den internationalen Klimaschutz«, *IW-Positionen* Nr. 29, Beiträge zur Ordnungspolitik aus dem Institut der deutschen Wirtschaft Köln, Köln.
- Bundesregierung (2008), *Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel*, Berlin.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2007), *Fourth Assessment Report: Climate Change*, Cambridge.
- KLIMZUG (2010), Website des Förderprogramms KLIMZUG-Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten, www.klimzug.de.
- Mahammadzadeh, M. und H. Biebeler (2009), »Anpassung an den Klimawandel«, *IW-Analysen* Nr. 57, Forschungsberichte aus dem Institut der deutschen Wirtschaft Köln, Köln.
- Mahammadzadeh, M., H. Biebeler und H. Bardt (Hrsg.) (2009), *Klimaschutz und Anpassung an die Klimafolgen – Strategien, Maßnahmen und Anwendungsbeispiele*, Institut der deutschen Wirtschaft Köln, Köln.
- Stern, N. (2008), »The Economics of Climate Change«, *American Economic Review* 98(2), Papers and Proceedings, 1–37.



Lars P. Feld*

Kai A. Konrad**

Marcel Thum***

Umdenken in der Klimapolitik nach dem Gipfel von Cancún!

Mit Cancún kann die globale Klimapolitik auf ein weiteres internationales Treffen zurückblicken, bei dem das Ziel einer effektiven internationalen Klimavereinbarung nicht erreicht wurde. Dies ist besonders enttäuschend für Europa und noch mehr für Deutschland, weil das Thema dort beachtliches Medieninteresse findet und die Verhandlungspartner aus Deutschland und der Europäischen Union mit besonderem Nachdruck für das Zustandekommen einer Klimavereinbarung eingetreten sind. Die große Zahl von erfolglosen Anläufen weckt Zweifel daran, dass die deutsche bzw. europäische Klimapolitik die richtige Strategie verfolgt.

Diese Strategie ist gekennzeichnet durch erhebliche Vorleistungen in der Klimapolitik. Zu diesen Vorleistungen gehören unter anderem das EU-weite Handelssystem für CO₂-Emissionszertifikate, die emissionspolitisch motivierten Steuern und Abgaben auf fossile Brennstoffe wie Heizöl oder Benzin, die massive Subvention der Energieerzeugung im Bereich von Windkraft und Solarenergie, das Energieeffizienzgesetz, die EU-Verordnung zur Verminderung der CO₂-Emissionen von Pkws oder das Verbot von klassischen Glühlampen. Dieses Maßnahmenbündel ist nicht selten wegen der fehlenden Abstimmung zwischen den Maßnahmen in die Kritik geraten. Schwerer als die Ineffizienz des Maßnahmenmixes wiegt indes die Frage, ob einseitige Vorleistungen in Deutschland oder auf Europäischer Ebene überhaupt einen konstruktiven Beitrag zur Vermeidung der globalen Erwärmung leisten.

Zu dieser Frage hat jüngst das Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats beim Bundesministerium der Finanzen zum Thema »Klimapolitik zwischen Emissionsvermeidung und

* Prof. Dr. Lars P. Feld ist Direktor des Walter Eucken Instituts und Professor für Wirtschaftspolitik an der Universität Freiburg.

** Prof. Dr. Kai A. Konrad ist Direktor am Max-Planck-Institut für Steuerrecht und Öffentliche Finanzen, München.

*** Prof. Dr. Marcel Thum ist Geschäftsführer der Niederlassung Dresden des ifo Instituts und Inhaber des Lehrstuhls für Finanzwissenschaft an der Technischen Universität Dresden.

Anpassung« eine klare Position bezogen. Demnach kann man den Bedrohungen des Klimawandels mit unterschiedlichen Maßnahmen begegnen, die sich grob in zwei Kategorien einteilen lassen. Mit der einen Maßnahmenkategorie wird versucht, die globale Erwärmung an sich aufzuhalten oder zu bremsen (Vermeidungsstrategie). Zu dieser Kategorie gehören die verringerte Nutzung fossiler Brennstoffe, etwa durch den Ersatz dieser Energieträger durch klimagasanerechnale Technologien, die Vermeidung von Brandrodungen, der Anbau von Pflanzen, die mit ihrer Biomasse CO₂ binden, die Einlagerung von Treibhausgasen in der Erde oder in den Weltmeeren (Carbon Capture and Storage) sowie die Technologie, die als »globales Dimmen« bezeichnet wird und bei der das Einbringen von Partikeln in die Atmosphäre der Energieaufnahme der Erde entgegenwirkt. Die zweite Kategorie begegnet nicht der globalen Klimaerwärmung an sich, sondern versucht, die Kosten einer gegebenen Klimaänderung möglichst gering zu halten (Anpassungsstrategie). Zu solchen Anpassungsstrategien gehört die Anpassung der Landwirtschaft einer Region an die veränderten Klimabedingungen, die Nutzbarmachung von bislang unwirtschaftlichen Kälteregeonen, die Prävention gegenüber möglichen Sturmfluten oder vermehrten Stürmen durch entsprechende Baumaßnahmen, die bauliche Verbesserung der Infrastruktur z.B. zur Sicherung der Wasserversorgung und vieles andere mehr.

Kosten und Nutzen der Klimastrategien

Ein bedeutsamer Unterschied zwischen Vermeidungs- und Anpassungsmaßnahmen besteht darin, dass praktisch alle Vermeidungsmaßnahmen den Charakter eines Beitrags zu einem weltweiten (»globalen«) öffentlichen Gut aufweisen, wohingegen Anpassungsmaßnahmen den Charakter privater Güter haben oder, da wo sie eine größere Reichweite haben, lokale öffentliche Güter (Flutrinne, Deiche, Abwasserkanäle) darstellen.

Steigt durch die Klimaerwärmung etwa das Sturmrisiko in einer Region, kann die Bevölkerung dieser Region durch entsprechende bauliche Änderungen den drohenden Sturmschäden vorbeugen. Die Träger der Anpassungskosten und die Bezieher der Vorteile aus diesen Anpassungen sind daher identisch. Ähnliches gilt auch für den Küstenschutz, die Versorgung einer Region mit Wasser, die Umstellungen in der Landwirtschaft etc. Gelegentlich erfordern die Anpassungen das Handeln der Regierung einer Region oder eines ganzen Staats. Ein Beispiel hierfür ist der Küstenschutz, der in der Regel von der regionalen oder nationalen Regierung betrieben wird. Von dieser Aktivität profitieren die Einwohner der Region oder des Landes und sie finanzieren diese Aktivitäten mit ihren Steuergeldern. Der Kreis der Nutznießer und der Kreis der Kostenträger sind auch bei solchen Maßnahmen weitgehend identisch.

Anders verhält es sich bei den Maßnahmen der Emissionsvermeidung. Eine zusätzliche Vermeidung von CO₂-Emissionen im Umfang einer Tonne verringert die globale Erwärmung. Dabei ist es für die weltweit eintretenden Klimafolgen gleichgültig, ob diese Emissionsvermeidung in Europa, den USA, China oder Brasilien erfolgt. Hinsichtlich der Kosten, die die Bürger Europas zu tragen haben, ist es jedoch keineswegs gleichgültig, ob die Tonne CO₂ in Europa oder anderswo vermieden wird. Die Kosten entstehen in dem Land, das die Emission vermeidet. Der Kreis der Nutznießer von Vermeidungsaktivitäten und deren Kostenträger fallen also auseinander.

Die negativen Auswirkungen des Klimawandels könnten im Grunde durch eine Mischung von verschiedenen Vermeidungs- und Anpassungsmaßnahmen minimiert werden. Gäbe es eine effiziente und wohlwollende Weltregierung, könnte diese die unterschiedlichen klimapolitischen Maßnahmen so aufeinander abstimmen, dass sich mögliche für den gesamten Planeten definierte Zielvorgaben mit möglichst geringen volkswirtschaftlichen Kosten realisieren lassen. Tatsächlich existiert eine solche Weltregierung schlichtweg nicht. Die tatsächliche Klimapolitik wird von privaten, öffentlichen und staatlichen Entscheidungsträgern bestimmt. Regionale, nationalstaatliche oder europäische Regierungen mögen das Verhalten der einzelnen Konsumenten und Produzenten dabei koordinieren. Eine globale Koordinierung findet de facto nicht statt. Und alle Versuche der Koordination im Rahmen globaler Klimaverhandlungen sind bislang gescheitert.

Die Probleme der Vermeidungsstrategie

Bei Abwesenheit von Kooperation auf internationaler Ebene wird jeder Staat seine Vermeidungspolitik an einem einfachen Grenzkostenkalkül ausrichten. Angesichts der von anderen Staaten vermiedenen Emissionsmengen lohnt sich für den Staat die Vermeidung einer zusätzlichen Tonne, wenn die in diesem Staat dadurch anfallenden Kosten höchstens gleich dem Vorteil sind, den seine Einwohner aus dieser zusätzlichen Vermeidung und der daraus resultierenden geringeren Klimaerwärmung haben. Der Einzelstaat berücksichtigt bei seinem Kalkül also nur die eigenen Klimavorteile seiner Politik – nicht die Klimavorteile, die in anderen Ländern entstehen. Die konsequente Anwendung dieser Überlegung im Rahmen einer Gleichgewichtsanalyse führt zu folgenden Erkenntnissen: An einer Emissionsverminderung werden sich nur wenige Nationen in substantiellem Umfang beteiligen. Dass eine Nation substantielle Beiträge leistet, ist umso wahrscheinlicher, je bevölkerungsreicher sie ist, je wohlhabender sie ist und je größer die vermuteten negativen Auswirkungen aus der globalen Erwärmung für sie sind, weil diese Faktoren die einzelstaatlichen Vorteile geringerer Klimaerwärmung bestimmen. Aber auch ökologi-

sche Grundüberzeugungen der Bevölkerung und die technologischen Möglichkeiten für eine Minderung der Emissionen sind für diese Frage bedeutsam. Im Rahmen unkoordinierter einzelstaatlicher Maßnahmen kann man insgesamt davon ausgehen, dass die betriebenen Vermeidungsaufwendungen in den Einzelstaaten weit hinter dem effizienten Maß zurückbleiben.

Tatsächlich wurde in Deutschland und auch in der Europäischen Union häufig gefordert, dass angesichts dieser Anreize zum Trittbrettfahrerverhalten den Industriestaaten eine besondere Verantwortung zufällt. Sie sollten einseitig und unabhängig vom Ausgang internationaler Klimagipfel eine Vorreiterpolitik betreiben. Sie sollten sich zu einseitigen Vorleistungen verpflichten, was ihre klimapolitischen Emissionsziele angeht. In der Tat lässt sich eine Reihe der genannten klimapolitischen Maßnahmen so interpretieren. Die Befürworter solcher einseitiger Vorleistungen betonen, dass das gute Vorbild andere Staaten, namentlich Staaten wie die USA, China oder Indien dazu veranlassen werde, ihrerseits ehrgeizige Ziele für ihre Emissionsminderungen zu setzen. Zugleich besteht wohl die Hoffnung, dass solche einseitigen Vorleistungen den Weg zu einer internationalen klimapolitischen Vereinbarung auf den zahlreichen Klimagipfeln ebnen würden.

Die finanzwissenschaftliche Theorie freiwilliger Beiträge zu internationalen öffentlichen Gütern stellt die Effektivität einer solchen Vorleistungsstrategie für das Weltklima in Frage. Denn einseitige Verpflichtungen auf eigene klimapolitische Ziele würden dazu führen, dass andere Staaten in ihren Anstrengungen bei der Emissionsvermeidung nachlassen. Gerade wenn sie angesichts der von Europa versprochenen Leistungen zu dem Ergebnis kommen, dass sich für sie selbst eigene Emissionsvermeidungen nicht mehr lohnen, stellen sie auch diejenigen Leistungen ein, die sie andernfalls noch erbracht hätten. Für Europa ergeben sich in dieser Situation hohe Kosten aus der eigenen Klimapolitik. Da indes die eigenen Anstrengungen durch die Rücknahme der Anstrengungen anderer Staaten größtenteils aufgewogen werden, hat der europäische Alleingang nur sehr geringe positiven Klimawirkungen – und im Extremfall eines vollständigen »Crowding Out« sogar überhaupt keine.

Leider kann man noch nicht einmal hoffen, dass wenigstens die Koordination innerhalb der Europäischen Union besonders hilfreich ist. Der Zusammenschluss von Staaten führt in der Regel zu verstärkten Vermeidungsanstrengungen dieser Staatengruppe. Und für sich betrachtet hätte dies positive Konsequenzen für das Weltklima. Allerdings werden diese erhöhten Anstrengungen von den Staaten antizipiert, die der Gruppe nicht angehören. Diese Nichtmitglieder würden auf die erhöhten Anstrengungen der Europäischen Union ähnlich wie auf einseitige Vorleistungen reagieren, nämlich mit einer Rücknahme ihrer eigenen Anstrengungen. So

kann die Koordination der Klimapolitik in einer Teilgruppe von Staaten dazu führen, dass diese Staaten erheblich höhere Kosten ihrer Klimapolitik haben, die Effekte ihrer Klimapolitik aber weitgehend verpuffen, weil andere Staaten ihre Anstrengungen zurücknehmen.

Kritiker dieser finanzwissenschaftlichen Sichtweise wenden ein, dass es letztlich gar nicht um isolierte Klimaanstrengungen einzelner Länder geht, sondern um den Konsens in internationalen Klimaverhandlungen. Das Bild egoistischer, nationaler Klimapolitiken – so das Argument – sei falsch. Denn die Vorleistungen dienen dem Ziel, in internationalen Klimagesprächen die übrigen Länder zu Zugeständnissen zu bewegen. Allerdings greift dieses Argument zu kurz. Denn das Ergebnis nicht-kooperativen Verhaltens stellt immer die Rückfallposition in internationalen Klimagesprächen dar. Wenn alle Gespräche scheitern, muss jedes Land mit dem Ergebnis egoistischer, nationaler Politiken leben. Je mehr ein Land im Falle des Scheiterns der Klimaverhandlungen an Vermeidungsanstrengungen auf sich nimmt, desto schlechter ist seine Verhandlungsposition. Eine gemeinsame europäische Position mit mehr Vermeidung oder mit einseitigen Vorleistungen bedeutet daher, dass sich für Staaten im Rest der Welt der Vorteil vermindert, den sie aus dem Zustandekommen einer globalen Klimavereinbarung erwarten können. Es besteht deshalb die Gefahr, dass der innereuropäische Konsens die Chancen auf globale Klimavereinbarungen nicht verbessert, sondern verschlechtert!

Angesichts dieser Zusammenhänge warnt der Wissenschaftliche Beirat beim BMF die Politik davor, die Vorreiterrolle zu forcieren. Dabei wendet sich das Gutachten nicht grundsätzlich gegen das Führen von internationalen Klimaverhandlungen. Es stellt aber den Nutzen von bedingungslosen Vorleistungen in Frage – sowohl was den Nutzen bei Abwesenheit eines globalen Abkommens angeht, als auch hinsichtlich der Chancen, überhaupt ein im Prinzip wünschenswertes Abkommen zu erzielen.

Anpassungsstrategie

Wesentlich günstiger fällt eine Analyse von Anpassungsmaßnahmen aus. Da bei diesen Maßnahmen Kostenträger und Nutznießer zusammenfallen, kann man davon ausgehen, dass die lokalen Entscheidungsträger zu effizienten Politikmaßnahmen greifen. Zudem können Anpassungsmaßnahmen in der Regel zeitnah getroffen werden. Der Einzelne und die Politik können also abwarten, welche Klimafolgen sich aus der globalen Erwärmung tatsächlich ergeben und dann reagieren. Das gilt beispielsweise für Anpassungen in der Land- und Forstwirtschaft. Aber auch Dämme und Änderungen der Wasserversorgung lassen sich in Zeitspannen herbeiführen, die gemes-

sen an der Geschwindigkeit des Klimawandels verhältnismäßig kurz sind.

Strategisches Zusammenspiel

Paradoerweise kann die scheinbar egoistische Fokussierung auf die Anpassungsstrategie sogar helfen, bei der globalen Vermeidung von CO₂-Emissionen Fortschritte zu erzielen. Das Zusammenspiel von Anpassungsmaßnahmen und Vermeidungsmaßnahmen ist hier entscheidend. Verfolgt ein Land konsequent die Anpassungsstrategie, kann es sich an den Klimawandel verhältnismäßig schnell anpassen. Dies vermindert die Bereitschaft des Landes zur Vermeidung. Auf den ersten Blick mag diese Strategie für die Welt insgesamt desaströs erscheinen. Allerdings werden andere Länder reagieren und freiwillig mehr vermeiden. Ein Land, das auf Anpassung setzt, wird also durch die erhöhten Vermeidungsanstrengungen anderer Länder »belohnt«. Ähnliche Konsequenzen lassen sich für ein mögliches internationales Klimaabkommen beschreiben. Auch hier gilt: Ein Land, das auf Anpassung setzt und deshalb keine großen Vorteile aus einem internationalen Klimaabkommen hat, wird im Rahmen eines solchen Abkommens zu geringeren Beiträgen bereit sein. Das Land, das aktiv eine Anpassungsstrategie verfolgt, kann daher seine Verteilungsposition verbessern, ohne dem globalen Klima nennenswert zu schaden.

Fazit

Das Scheitern einer ganzen Reihe von internationalen Klimagipfeln ist auch ein Scheitern der deutschen und europäischen Politik. Einseitige klimapolitische Vorleistungen und der Fokus auf eine koordinierte Klimapolitik auf EU-Ebene werden nicht die erwünschten globalen Wirkungen haben. Es ist Zeit für ein Umdenken. Statt übermäßiger einseitiger Vermeidungspolitik benötigen wir mehr Anstrengungen bei der Anpassungsstrategie. Anpassungsmaßnahmen setzen keine internationalen Vereinbarungen voraus. Zudem kann ein Land, das Anpassungsmaßnahmen ergreift, andere Länder zu mehr Emissionsvermeidung veranlassen und die Voraussetzungen für eine Klimavereinbarung verbessern.



Wolfgang Buchholz* Dirk Rübhelke**

Vermeidungs- vs. Anpassungsstrategien in der zukünftigen Klimapolitik: Der Versuch einer realistischen Einschätzung¹

Die Zukunft der Klimapolitik ist ungewiss. Das im Hinblick auf die Verminderung der weltweiten Treibhausgasemissionen ohnehin ziemlich erfolglose Kyoto-Protokoll läuft bereits im nächsten Jahr aus, und ein Folgeabkommen ist nicht in Sicht. Es wachsen die Zweifel, ob ein globales Übereinkommen, das wie das Kyoto-Protokoll Vorgaben für nationale Emissionsvermeidungen vorsieht, überhaupt realistische Chancen hat. Doch selbst bei Zustandekommen eines derartigen Abkommens bleibt fraglich, ob die darin vereinbarten Vermeidungsanstrengungen ausreichen werden, um einen gefährlichen Klimawandel zu vermeiden oder auch nur das von der Staatengemeinschaft anvisierte 2-Grad-Ziel zu erreichen. Angesichts der somit höchst unsicheren Erfolgsaussichten einer reinen Vermeidungsstrategie und des mittlerweile bis zu einem gewissen Grade zudem als unvermeidlich angesehenen Klimawandels findet die Anpassung an dessen Folgen zunehmend Beachtung. Der folgende Beitrag soll dazu dienen, die Zukunftsperspektiven der Klimapolitik im Spannungsfeld von Vermeidungs- und Anpassungsoption näher auszuloten. Dabei diskutieren wir zunächst einige Gründe, mit denen sich einerseits die weitverbreitete Skepsis, andererseits aber auch gewisse Hoffnungen gegenüber einer auf Emissionsvermeidung abzielenden Klimapolitik rechtfertigen lassen. Anschließend erörtern wir, welche Vor- und Nachteile mit der Anpassungsoption als alternativer klimapolitischer Strategie verbunden sind.

Vermeidungspessimismus

Unter Ökonomen bestehen, was die Erreichbarkeit einer wirkungsvollen Vermeidung von Treibhausgasemissionen durch

* Prof. Dr. Wolfgang Buchholz lehrt an der Fakultät Wirtschaftswissenschaften der Universität Regensburg und ist Forschungsprofessor des ifo Instituts.

** Prof. Dr. Dirk Rübhelke ist Ikerbasque Forschungsprofessor am Basque Centre for Climate Change (BC3), Bilbao.

¹ Wir danken Rüdiger Pethig für sehr wertvolle Hinweise zu diesem Aufsatz.

globale klimapolitische Vereinbarungen angeht, nicht unerhebliche Zweifel, die vor allem auf den folgenden Einschätzungen beruhen.

- a) Beim Klimaschutz handelt es sich um ein globales öffentliches Gut, bei dem sich die autonomen Nationalstaaten in einer Gefangenen-Dilemma-Situation befinden und sowohl beim Abschluss (»Participation«) als auch bei der Einhaltung (»Compliance«) kooperativer Vereinbarungen Freifahreranreize bestehen. Dieses altbekannte Argument weist zwar auf die aus spieltheoretischer Sicht zentrale Problematik internationaler Umweltverträge hin (vgl. Finus 2001), wird aber manchmal etwas zu absolut gesetzt und damit überstrapaziert. In wiederholten Spielen können durch Sanktionsmechanismen Anreize zur Absicherung des Kooperationserfolgs geschaffen werden, und in einer Vielzahl ökonomischer Experimente und Feldstudien wurde gezeigt, dass auf individueller Ebene vielfach sogar eine am Reziprozitätsgedanken orientierte intrinsische Kooperationsbereitschaft zu beobachten ist (vgl. zu dieser Argumentation bereits Buchholz 2003). Zudem ist zahlreichen internationalen Abmachungen (im Bereich der Handels- aber auch der Umweltpolitik wie auf globaler Ebene vor allem bei der Bekämpfung des Ozonlochs) ein gewisser Erfolg nicht abzuspüren. Dass somit – erfreulicherweise – ein Scheitern der internationalen Klimakooperation kein a priori unausweichliches Schicksal darstellt, heißt natürlich noch lange nicht, dass ein Gelingen im konkreten Fall wahrscheinlich ist. Im Gegenteil: Gerade im Bereich des Klimaschutzes ist kaum damit zu rechnen, dass die für eine Überwindung des Sozialen Dilemmas entscheidenden Faktoren aktuell gegeben sind.
- b) Um von den Partnern akzeptiert zu werden, muss die in einem Vertragswerk vorgesehene Aufteilung von Rechten und Pflichten als fair wahrgenommen werden. Im Bereich des Klimaschutzes existiert jedoch keinerlei Einvernehmen darüber, nach welchen Gerechtigkeitskriterien das »Effort Sharing« vorgenommen werden sollte. Eine Einigung wird dadurch erschwert, dass ein im Hinblick auf Verteilungskriterien »fokaler Punkt« (im Sinne von Schelling 1960) fehlt (vgl. z.B. Lange et al. 2010). Erheblicher Dissens besteht insbesondere darüber, inwieweit sich die Bestimmung von Lastenverteilungsschlüsseln an Gleichheitsgesichtspunkten (d.h. im Extrem gleich viele Emissionsrechte für jeden Erdenbürger) orientieren sollte, welches Gewicht den Treibhausgasemissionen in der Vergangenheit beizumessen ist und wie dem Anspruch auf zukünftige Entwicklungschancen (zur Bekämpfung von Armut und zur Minderung der immensen globalen Einkommensdisparitäten) Rechnung getragen werden kann.
- c) Subjektive Einschätzungen, die bei den beteiligten Akteuren höchst unterschiedlich ausfallen, erschweren eine Einigung auch in anderer Hinsicht. So führen unter-

schiedlich hohe soziale Diskontraten zu starken Abweichungen bei der Erfassung zukünftiger Kosten und Nutzen von Klimaschutzmaßnahmen (vgl. Buchholz und Schumacher 2009), und unterschiedliche Grade der Risikoaversion bewirken erhebliche Differenzen in der Beurteilung der Gefahren des Klimawandels. Besonders augenfällig wird das Fehlen objektiver Bewertungskriterien im Zusammenhang mit den »katastrophischen Risiken« (= extremer Klimawandel durch einen sehr starken Anstieg der Erdtemperatur etwa um mehr als 10 Grad Celsius), denen in der klimapolitischen Diskussion immer mehr Aufmerksamkeit geschenkt wird (vgl. Weitzman 2009).

- d) Sowohl die Folgen der Erderwärmung als auch die Kosten klimapolitischer Maßnahmen fallen zum großen Teil erst in einigen Jahrzehnten an. Dies schwächt den unmittelbaren politischen Handlungsdruck und ist auch Ursache dafür, dass die internationalen Klimaverhandlungen höchst zeitaufwendige und mit hohen Transaktionskosten verbundene Veranstaltungen sind. Dadurch wird nicht nur das Einsetzen klimapolitischer Maßnahmen verzögert, sondern es ergeben sich für die beteiligten Länder auch mehr Möglichkeiten, durch strategisches Handeln ihre spätere Verhandlungsposition zu verbessern (vgl. zur Übersicht Harstad 2010). Als wichtige Beispiele für entsprechende strategische Optionen werden in der Literatur vor allem die Unterinvestition in Vermeidungstechnologien auf der einen und die Untertreibung der eigenen Präferenzen für Klimaschutz (durch strategische Delegation klimapolitischer Beschlüsse an Entscheidungsträger mit niedrigerer Umweltschutzpräferenz) auf der anderen Seite genannt. Eine »Selbstbindung« – mit der Absicht, kostspielige Klimaschutzaktivitäten auf andere Staaten abwälzen zu können – ist auch dadurch möglich, dass man in Anpassungsmaßnahmen investiert und sich dadurch vom (Miss-)Erfolg von Klimavereinbarungen unabhängiger macht (vgl. Wissenschaftlicher Beirat 2010). Aus angebotsseitiger Perspektive (vgl. Sinn 2009) haben auch solche Länder eine bessere Verhandlungsposition, die in den Genuss der bei der Nutzung fossiler Energieträger anfallenden Rohstoffrenten kommen und dadurch ein geringeres Interesse an der Emissionsvermeidung haben. Seine reichlich vorhandenen Kohlereserven verhelfen China somit nicht nur zu einer Kostenersparnis bei der Energieerzeugung, sondern schaffen auch einen strategischen Vorteil, der durch den Bau zahlreicher Kohlekraftwerke noch gesteigert wird. Die Erfolgsaussichten der auf Emissionsvermeidung abzielenden Klimapolitik werden auf diese Weise zusätzlich beeinträchtigt.
- e) Anspruchsvollere Vermeidungsziele lassen sich umso leichter durchsetzen, je niedriger die Vermeidungskosten sind. Aus diesem Grund finden in der klimapolitischen Diskussion diejenigen umweltpolitischen Instrumente besondere Beachtung, die ein hohes Maß an Vermeidungskosteneffizienz versprechen, das sind Emissionsabgaben

und Emissionszertifikate (vgl. zum detaillierten Instrumentenvergleich in der Klimapolitik Aldy et al. 2010). Der Einsatz dieser Instrumente auf globaler Ebene und in idealer Ausgestaltung erscheint jedoch illusorisch. Bei hohen umweltpolitischen Zielen würde der flächendeckende Einsatz dieser preisbasierten Instrumente extrem starke und, insbesondere beim Emissionshandel mit schwankenden Zertifikatpreisen, ex ante auch höchst unsichere Verteilungseffekte bewirken, die bis zu einem gewissen Grad neutralisiert werden müssten, um die Akzeptanz entsprechender Mechanismen zu sichern. Zu diesem Zweck wären aber komplexe Ausgleichs- und Absicherungsmaßnahmen (etwa die viel diskutierten »Safety Valves« beim Zertifikatehandel) erforderlich, welche die Steuerungskapazität internationaler Institutionen bis auf weiteres übersteigen dürften. Dazu treten Governance-Probleme vor allem in Entwicklungs- und Schwellenländern, die eine wirksame Kontrolle der regelgerechten Anwendung dieser Instrumente erheblich beeinträchtigen. Auf welche Schwierigkeiten pretiale Instrumente in der Praxis sogar unter relativ günstigen Rahmenbedingungen stoßen, zeigt ganz deutlich das Emission Trading System in der EU, das lediglich ca. 40% der gesamten Treibhausgasemissionen in der EU einbezieht (Europäische Kommission 2009), von anderen umweltpolitischen Maßnahmen wie der Subventionierung regenerativer Energien überlagert wird und dessen Design zudem nach nur sieben Jahren ab dem Jahr 2013 in wesentlichen Punkten modifiziert wird.

- f) Einen weiteren wichtigen Bestandteil vieler klimapolitischer Konzepte stellt die Forderung nach umfangreichen internationalen Transfers dar. Diese sollen zur Verbesserung der Vermeidungskosteneffizienz beitragen, vergangene Ungerechtigkeiten bei der Aufteilung der CO₂-Emissionen kompensieren und durch Vertrauensbildung die gemäß Kyoto-Protokoll nicht vermeidungspflichtigen Non-Annex-B-Staaten mit ins klimapolitische Boot holen. Im Grundsatz sind konditionale, d.h. an die Durchführung von Emissionsvermeidungsmaßnahmen gekoppelte Transfers zwar geeignet, Entwicklungsländer zu eigenen Vermeidungsmaßnahmen zu bewegen. Analog wie im Verhandlungsmodell von Coase »erkaufen« sich dabei ja die Industrieländer die Kooperationsbereitschaft der Entwicklungsländer, indem sie einen Teil der dort entstehenden Vermeidungskosten übernehmen. Solche Zahlungen sind aber nur von begrenztem Wert, solange die Empfängerländer selber keinerlei Emissionsbegrenzungen unterliegen und somit feste Eigentumsrechte an dem gehandelten »Gut« Emissionsvermeidung fehlen. In diesem Fall ist sogar zu befürchten, dass Empfängerländer in Erwartung von Transfers den perversen Anreiz erhalten, sich Vermeidungspflichten noch mehr zu verschließen und ihre Emissionen sogar zu steigern. Die »Additionalität« der Vermeidungsmaßnahmen gilt schon heute als gravierendes Problem bei dem durch

das Kyoto-Protokoll etablierten CDM-Transfermechanismus (vgl. zur kritischen Einschätzung des CDM Wara und Victor 2008). Durch asymmetrische Information und hochdefizitäre Governance-Strukturen ist die Überwachung der als Gegenleistung für die Transfers versprochenen Vermeidungsmaßnahmen nur eingeschränkt möglich. Dazu tritt ein »Zeitinkonsistenzproblem«, wenn mit den Transfers die Erhaltung kohlestoffhaltiger Ressourcen (tropische Regenwälder, potentiell aber auch Vorkommen fossiler Energieträger) erreicht werden soll. Angesichts der nationalstaatlichen Souveränität ist kaum zu gewährleisten, dass nach Ablauf einiger Zeit eine neue Regierung im Empfängerland die Ressourcen nicht doch nutzen wird, so dass sich durch die Transfers der CO₂-Ausstoß lediglich in die Zukunft verlagert. Schon diese klar vorhersehbaren Probleme führen dazu, dass die Bereitschaft zur Zahlung von Transfers in den Industriestaaten sinkt. Die Abneigung wird noch verstärkt, wenn die Bürger der Geberländer befürchten müssen, dass die Zahlungen in die Taschen korrupter Politiker fließen, Steuererhöhungen oder die Einschränkung öffentlicher Leistungen im Heimatland drohen und die Wettbewerbsposition von Konkurrenten auf den Weltmärkten gestärkt wird.

Vermeidungsoptimismus

Neben der gut begründeten Skepsis über die Erfolgsaussichten einer global koordinierten Vermeidung von Treibhausgasen gibt es aber auch einige Lichtblicke, d.h. Gründe zur Annahme, dass sich die Vermeidungsanstrengungen weltweit intensivieren werden.

- a) Durch eine intelligentere Ausgestaltung der klimapolitischen Institutionen lassen sich zumindest einige der zuvor festgestellten Mängel korrigieren. So können etwa die Organe für die Überwachung von Transfers gestärkt und durch transparentere Regelungen die Möglichkeiten zur Kontrolle durch Politik und Öffentlichkeit verbessert werden. Komplexe Allokationsmechanismen wie Emissionshandelssysteme lassen sich nicht einfach am Reißbrett entwerfen, sondern benötigen zu ihrer Perfektionierung praktische Erfahrungen durch Versuch und Irrtum. Zudem muss die Klimapolitik nicht dem Muster eines die ganze Welt umfassenden »Top-Down-Ansatzes« folgen. Viel realistischer ist vielmehr der »Bottom-Up-Ansatz«, bei dem sich die globale Kooperation auf der Basis dezentraler Initiativen ergibt und es beispielsweise zum »Zusammenwachsen« regionaler Zertifikatmärkte kommt. Allerdings sind solche institutionellen Lern- und Entwicklungsprozesse mit einem beträchtlichen Zeitaufwand verbunden, der in Konflikt mit der Forderung nach einer sehr raschen Absenkung der Treibhausgas-Emissionen steht.

- b) Unabhängig vom Nutzen, der aus der Bereitstellung des globalen öffentlichen Gutes »Klimaschutz« resultiert, ziehen die einzelnen Länder aus Vermeidungsmaßnahmen vielfach auch »private« Vorteile, die in erster Linie nur ihnen selber zugute kommen (vgl. zu solchen »Ancillary Benefits« Pittel und Rübhelke 2005). So können Verminderungen von Treibhausgasemissionen durch den »egoistischen« Wunsch motiviert sein, lokale Umweltschäden einzudämmen, wie sie etwa durch »Black Carbon« verursacht werden (vgl. The Economist 2011). Diese durch Verbrennungsvorgänge entstehenden Schmutzpartikel stellen ein erhebliches Gesundheitsrisiko (vor allem im Hinblick auf Atemwegserkrankungen) dar und tragen gleichzeitig in sehr starkem Maße zur Erderwärmung bei. Die Bemühungen um die Verbesserung der regionalen Luftqualität lassen sich deshalb als Vehikel für »Fast Actions« (vgl. Molina et al. 2009) in der Klimapolitik nutzen. Auf einer anderen Ebene des nationalen Eigeninteresses liegt es, wenn Staaten etwa durch Energiesparmaßnahmen oder durch die Förderung regenerativer Energien versuchen, sich vor Verknappungen im Angebot fossiler Rohstoffe und dem damit verbundenen Preisrisiko zu schützen. Solchen Bestrebungen kann sowohl der Wunsch nach Vermeidung einer zu großen Importabhängigkeit als auch die Antizipation der Erschöpfbarkeit der fossilen Energieträger zugrunde liegen.
- c) Technische Entwicklungen entfalten typischerweise eine sich selbst verstärkende Eigendynamik: Wenn sich allgemein die Erwartung durchsetzt, dass einer bestimmten Technik die Zukunft gehört, werden sich die weiteren Innovationsentscheidungen an dieser Erwartung ausrichten. So zieht etwa der proklamierte Einstieg in die Elektromobilität zu stärkeren Forschungsanstrengungen bei Übertragungs- und Speichertechnologien nach sich, was wiederum die Verbreitung elektrischer Fahrzeugantriebe begünstigt. Zudem führt der F&E-Prozess zu einem sich auch in ökologischer Hinsicht stetig verbessernden Stand der Technik, hinter den – aufgrund des vielfach integrativen Charakters neuer Vermeidungstechnologien – ein späterer Rückfall kaum mehr möglich ist. Auch die in China in großer Zahl neu errichteten Kohlekraftwerke weisen keine schlechteren Energieeffizienzwerte auf als hiesige Neuanlagen. Aus dieser Perspektive dürfte die Förderung des energie- und umwelttechnischen Fortschritts den wichtigsten Erfolg darstellen, der sich aus der klimapolitischen Vorreiterrolle Deutschlands und der EU ergibt.

Anpassung als Alternative?

Die positive Botschaft aus der vorangehenden Betrachtung lautet, dass die globalen Treibhausgasemissionen auf Dauer niedriger ausfallen werden als in einem hypothetischen Szenario, in dem das Klimaproblem überhaupt keine Rolle spielt. Auch ohne internationale Vereinbarungen über konkrete Ver-

meidungsziele werden viele Länder ihre Treibhausgasemissionen in gewissem Umfang freiwillig reduzieren. Die negative Botschaft ist jedoch, dass – vor allem aufgrund der enormen Schwierigkeiten bei der internationalen Kooperation – diese Ursachentherapie realistisch gesehen kaum die raschen und durchgreifenden Erfolge verspricht, die viele Beobachter zur Vermeidung eines zu starken Klimawandels als notwendig erachten. Anpassungsmaßnahmen stellen demgegenüber zwar nur eine Symptomtherapie (vgl. Pethig 2011) dar. Zumindest als eine zur Vermeidung komplementäre Vorsichtsmaßnahme sind sie jedoch ein unentbehrlicher Bestandteil einer jeden vorausschauenden, am Vorsorgeprinzip orientierten Klimapolitik. Überdies haben sie aus der Sicht der einzelnen Länder den Vorteil, dass sie ohne komplexe internationale Abstimmungsprozesse im nationalen Alleingang durchgeführt werden können. Bei einigen dieser Anpassungsmaßnahmen sind nicht einmal umfangreiche staatliche Eingriffe erforderlich, weil sich die privaten Wirtschaftssubjekte (etwa durch Umstellung ihres Ernährungs- und Freizeitverhaltens) von selber an die geänderten Bedingungen und insbesondere die damit verbundenen neuen Preisstrukturen anpassen (vgl. Wissenschaftlicher Beirat 2010).

Im Falle einer begrenzten Erhöhung der durchschnittlichen Erdtemperatur wären Anpassungsmaßnahmen (Deichbau an Nord- und Ostsee, Installation zusätzlicher Klimaanlage gegen die Sommerhitze) in Deutschland wohl auch zu überschaubaren Kosten möglich, die durch Vorteile an anderer Stelle (Einsparung von Heizkosten, Belebung des Sommertourismus) teilweise sogar ausgeglichen werden. So attraktiv die Anpassungsoption auf den ersten Blick erscheinen mag, so ist sie doch mit zahlreichen Problemen behaftet und in ihrer Reichweite beschränkt. Dafür sind die folgenden Gründe verantwortlich.

- a) Naturkatastrophen, wie sie insbesondere als Folge einer extremen Klimaentwicklung zu erwarten sind, können in ihren Auswirkungen auf ein Land nur schwer prognostiziert werden. Damit bleibt das Ziel der Anpassung unbestimmt, was naturgemäß die Einleitung zielgerichteter Anpassungsmaßnahmen unmöglich macht.
- b) Deutschland kann sich von den Folgen des Klimawandels in anderen Regionen der Welt durch auf nationaler Ebene vorgenommene Anpassungsmaßnahmen nur unvollkommen abschnitten. Eine Zunahme der Armut in den von der Erderwärmung besonders stark betroffenen Regionen erhöht den Migrationsdruck und eventuell auch die Gefahr kriegerischer Auseinandersetzungen. Zumindest verschlechtert ein durch den Klimawandel verringertes Wachstum der Weltwirtschaft auch die wirtschaftliche Situation Deutschlands.
- c) Arme Länder, die Anpassungsmaßnahmen nur schwer selber finanzieren können, werden unter den Folgen des Klimawandels in besonderem Maße leiden (vgl. z.B. Stern 2007). Die asymmetrische Schadensverteilung führt zu

Forderungen nach internationalen Ausgleichszahlungen, denen sich die reicheren Länder nicht entziehen können. So wurde auf den Klimakonferenzen in Kopenhagen 2010 und in Cancun 2011 die Einrichtung eines »Green Climate Fund« auf den Weg gebracht, zu dessen zentralen Aufgaben es gehört, Entwicklungsländer bei Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel zusätzlich zu unterstützen und der ab 2020 ein jährliches Volumen von 100 Mrd. US-Dollar aufweisen soll. Mit der Einrichtung derart großzügig ausgestatteter Transfermechanismen einher geht die Gefahr einer finanziellen Überforderung der Industriestaaten, die speziell für Deutschland dadurch noch verschärft wird, dass innerhalb der EU auch entsprechende Zahlungen zugunsten südlicher Mitgliedsländer anfallen können. Durch den Klimawandel wird der Solidargedanke zwischen verschiedenen Ländern zusätzlich strapaziert, was zu einem erhöhten Spannungspotential in den internationalen Beziehungen beiträgt. Die EU-Staaten sind gut beraten, sich nicht vorschnell und einseitig auf hohe internationale Zahlungen zur Finanzierung von Anpassungsaktivitäten in anderen Ländern festlegen zu lassen. Stattdessen müssen sie darauf achten, dass private Mittel aus den Industrieländern aktiviert und die prosperierenden Schwellenländer mit in die Pflicht genommen werden. Auf ihr Recht zur wirtschaftlichen Konvergenz können diese sich bei der Kofinanzierung von Anpassungsmaßnahmen weniger berufen als bei der Emissionsvermeidung. Wenn auf diese Weise die finanzielle Belastung vor allem Chinas erhöht werden kann, wächst – als positiver Nebeneffekt – auch dessen Eigeninteresse an Abkommen zur Vermeidung von Emissionen.

- d) Bei einem globalen Problem mit der Tragweite des Klimawandels bestehen zudem gewisse Zweifel am prinzipiellen Nutzen finanzieller Transfers. Wenn als realwirtschaftliche Folge des Klimawandels zeitgleich in verschiedenen Weltregionen die Nahrungsmittelproduktion einbricht, so können selbst noch so große Zahlungsströme keine Hungerkatastrophe verhindern. Zur Vorbeugung solcher Großrisiken können Innovationen im Bereich der Ernährungsmitteltechnologie dienen, wie etwa die Entwicklung gentechnisch veränderter Pflanzen, die auch unter widrigen klimatischen Bedingungen gedeihen. Solche Anpassungsstrategien beinhalten zweifellos nicht unbeträchtliche Risiken eigener Art, die gegenüber denen des Klimawandels abzuwägen sind. Gleiches gilt für die gezielte Klimabeeinflussung durch Geo-Engineering, die zumindest als Rückfalloption im Falle eines außerordentlich starken Temperaturanstiegs verstärkte Aufmerksamkeit verdient.

Schluss

Es ist natürlich kein allzu überraschendes Ergebnis, dass weder bei der Vermeidungs- noch bei der Anpassungsstrategie

perfekte und schnelle Lösungen zu erwarten sind. Jede Form der Klimapolitik ist realistisch betrachtet nur als das geduldige Bohren dicker Bretter vorstellbar. Man mag dies angesichts der von vielen Akteuren wahrgenommenen Dringlichkeit des Problems zwar beklagen, ändern lässt sich daran aufgrund des enormen Veränderungsbedarfs und der Schwerfälligkeit der Entscheidungsprozesse auf nationaler und vor allem internationaler Ebene nur wenig. Jedes Land wird, gemäß seiner Möglichkeiten, schon von sich aus eine Mischung aus Vermeidung (zumindest gemessen an den maximal möglichen Emissionssteigerungen) und Anpassung wählen. Internationale Kooperation wird bis zu einem gewissen Grade allein schon deshalb stattfinden, weil kein Land in eine Außenseiter- und Verweigerungsrolle gerückt werden möchte. Der Wert der Kommunikation zwischen den nationalen Entscheidungsträgern (»Cheap Talk«) und der Herstellung von Transparenz in Bezug auf die klimapolitischen Intentionen der einzelnen Staaten darf dabei ebenso wenig unterschätzt werden wie das Ausmaß des internationalen Kooperationsbedarfs, der sich auch bei Anpassungsmaßnahmen (und eben nicht nur bei der Emissionsvermeidung) ergibt. Genauso wie in der Europäischen Währungsunion wird es in der zukünftigen Klimapolitik auch ganz entscheidend darum gehen (vgl. etwa Karp und Zhao 2010), ein ausgewogenes Verhältnis zwischen festen Verpflichtungen auf der einen und der aufgrund der großen Unsicherheiten (vgl. in Bezug auf den Nutzen und die Kosten des Klimawandels etwa Tol 2009) unverzichtbaren Flexibilität auf der anderen Seite zu finden. Auf Regelwerke allein sollte man dabei nicht bauen.

Literatur

- Aldy, J.E., A.J. Krupnick, R.G. Newell, I.W.H. Parry und W.A. Pizer (2010), »Designing Climate Mitigation Policy«, *Journal of Economic Literature* 48, 903–904.
- Buchholz, W. (2003), »Internationaler Umweltschutz als Globales Öffentliches Gut«, in: B. Genser (Hrsg.), *Finanzpolitik und Umwelt*, Duncker & Humblot, Berlin, 73–149.
- Buchholz, W. und J. Schumacher (2009), »Die Wahl der Diskontrate bei der Bewertung von Kosten und Nutzen der Klimapolitik«, in: J. Weimann (Hrsg.), *Jahrbuch Ökologische Ökonomik, B. 6: Diskurs Klimapolitik*, Metropolis-Verlag, Marburg, 1–33.
- Europäische Kommission (2009), *Das Emissionshandelssystem der EU*, Luxemburg.
- Finus, M. (2001), *Game Theory and International Environmental Cooperation*, Edward Elgar, Cheltenham und Northampton, MA.
- Harstad, B. (2010), »How to Negotiate and Update Climate Agreements«, in: J.E. Aldy und R.N. Stavins (Hrsg.), *Post-Kyoto International Climate Policy*, Cambridge University Press, Cambridge et al., 273–299.
- Karp, L. und J. Zhao (2010), »A Proposal for the Design of the Successor to the Kyoto Protocol«, in: J.E. Aldy und R.N. Stavins (Hrsg.), *Post-Kyoto International Climate Policy*, Cambridge University Press, Cambridge et al., 530–559.
- Lange, A., A. Löschel, C. Vogt und A. Ziegler (2010), »On the Self-Interested Use of Equity in International Climate Negotiations«, *European Economic Review* 54, 359–375.
- Molina, M., D. Zaelke, K.M. Sarma, S.O. Andersen, V. Ramanathan und D. Kaniaru (2009), »Reducing Abrupt Climate Change Risk Using the Montreal Protocol and Other Regulatory Actions to Complement Cuts in CO₂ Emissions«, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106, 20616–20621.

- Pethig, R. (2011), »Emissionsvermeidung oder Anpassung an den Klimawandel: Klimapolitischer Handlungsbedarf strategisches Handeln«, *ifo Schnelldienst* 64(5), 20–23.
- Pittel, K. und D. Rübhelke (2005), »Internationale Klimaschutzverhandlungen und sekundäre Nutzen der Klimapolitik«, *Perspektiven der Wirtschaftspolitik* 6, 369–383.
- Schelling, T.C. (1960), *The Strategy of Conflict*, Harvard University Press, Cambridge.
- Sinn, H.-W. (2009), *Das Grüne Paradoxon – Plädoyer für eine illusionfreie Klimapolitik*, Econ Verlag, Berlin.
- Stern, N. (2007), *The Economics of Climate Change: The Stern Review*, Cambridge University Press, Cambridge et al.
- The Economist* (2011), Climate Change in Black and White, Vol. 398, No. 8721, 19. Feb., 73–75.
- Tol, R.S.J. (2009), »The Economic Effects of Climate Change«, *Journal of Economic Perspectives* 23, 29–51.
- Wara, M.W. und D.G. Victor (2008), »A Realistic Policy on International Carbon Offsets«, PESD Working Paper No. 74, Stanford University.
- Weitzman, M. (2009), »On Modeling and Interpreting the Economics of Catastrophic Climate Change«, *Review of Economics and Statistics* 91, 1–19.
- Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesministerium der Finanzen (2010), *Klimapolitik zwischen Emissionsvermeidung und Anpassung*, Gutachten, Berlin.



Christian Hey*



Karin Holm-Müller**



Michael Weber***

Vermeidung vor Anpassung – große Möglichkeiten im Stromsektor¹

Angesichts der großen Schwierigkeiten, international verbindliche Übereinkommen zu erreichen, die eine substantielle Verminderung der Treibhausgasemissionen vorschreiben, wird immer wieder einmal gefordert, das Augenmerk verstärkt auf Adaptionsstrategien statt Emissionsvermeidung zu legen. Vor einer solchen Entweder-oder-Entscheidung ist zu warnen. Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (vgl. WBGU 2007) hat gezeigt, dass der Klimawandel ohne entscheidendes Gegensteuern die Anpassungsfähigkeiten vieler Gesellschaften sehr bald überfordern wird. Vielen Wirkungen eines veränderten Klimas auf Natur und Gesellschaften wie Extremwetterereignisse, dem Verlust genetischer Vielfalt, Arten und Ökosystemen, der Versauerung der Ozeane, einer Verknappung der weltweiten Wasserversorgung und Nahrungsmittelproduktion oder verstärkten Gesundheitsrisiken kann durch Anpassungsmaßnahmen entweder gar nicht oder nur mit sehr hohen Kosten entgegengetreten werden. Darüber hinaus wird der Klimawandel auch zu einer sicherheitspolitischen Herausforderung, weil er vielfältige Verteilungskonflikte in und zwischen Ländern um Wasser, Land und die Bewältigung von Flüchtlingsbewegungen auslösen wird (vgl. WBGU 2007). Aus diesen Gründen muss das Ziel sein, eine Doppelstrategie zu fahren, wobei Vermeidungsmaßnahmen präventiv die größten Gefahren verhindern. Der WBGU hat diesbezüglich bereits 1995 empfohlen, die globale Erwärmung auf eine Temperaturerhöhung von höchstens 2 Grad Celsius zu begrenzen (vgl. WBGU 2009). Gleichzeitig werden rechtzeitige Anpassungsmaßnahmen unverzichtbar, die die globale Anfälligkeit einer Erwärmung reduzieren. Diese Doppelstrategie Vermeidung/Anpassung ist auch

* DirProf. Dr. Christian Hey ist Generalsekretär des Sachverständigenrats für Umweltfragen (SRU).

** Prof. Dr. Karin Holm-Müller, Universität Bonn, ist Mitglied des SRU.

*** Michael Weber ist wissenschaftlicher Mitarbeiter beim SRU.

¹ Die Aussagen zu den Möglichkeiten in Deutschland basieren auf dem SRU-Gutachten *Wege zur 100% erneuerbaren Stromversorgung*, an dem die Autoren mitgearbeitet haben. Darüber hinausgehende Ausführungen stellen allein die Sicht der Autoren dar.

aus dem Vorsorgeprinzip der Klimarahmenkonvention (Art. 3 Abs. 3 UNFCCC, 1992) zu erschließen, zu der sich Deutschland völkerrechtlich verpflichtet hat.

Im Rahmen dieser Betrachtungsperspektive ist auch vor einer fatalistischen Logik zu warnen, die aufgrund von Befürchtungen eines Carbon Leakage ambitionierte nationale Klimaschutzanstrengungen kritisiert. Es wird bemängelt, dass nationale Emissionsreduktion lediglich zur regionalen Umverteilung von Treibhausgasemissionen, nicht aber zu deren effektiven Vermeidung führe. Der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) hat sich wiederholt gegen eine solche Ansicht ausgesprochen (SRU 2002, 2005, 2008). Regionale Vorreiterrollen, sektorale Technologiekooperation, Dynamisierung vorhandener nationaler Selbstverpflichtungen oder sogar lokale Maßnahmen können selbst in Abwesenheit eines starken globalen Klimaschutzregimes in einem aufgeklärten Eigeninteresse sein. Wie auch die Wirtschaftsnobelpreisträgerin Elinor Ostrom (2009) argumentiert, gehen Klimaschutzmaßnahmen oft auch mit anderen Nutzeffekten einher: weniger Energieverbrauch, geringere Importabhängigkeit, Kostenersparnis, lokale Luftreinhaltung, Erhalt wertvoller Natur, wirtschaftlicher Modernisierung, technische Weltmarktführerschaft, und Arbeitsplatzeffekte.

Die Ausarbeitungen des SRU im Rahmen seines Gutachtens *Wege zur 100% erneuerbaren Stromversorgung* sollten in diesem Sinne als Beispiel dienen, dass Klimaschutz und Nachhaltigkeit bezahlbar und langfristig ökonomisch vorteilhaft sind. Mit vergleichsweise niedrigen Erzeugungskosten kann 2050 eine vollständig regenerative Stromversorgung betrieben werden, die ein ganzes Bündel an Nutzen mit sich bringt. Entscheidend dafür ist, dass die Weichenstellungen rechtzeitig und richtig gestellt werden.

Diese Aussage stützt sich auf das Modell Remix des Instituts für Technische Thermodynamik des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt in Stuttgart (DLR), das in einem ersten Schritt die Potenziale erneuerbarer Energieträger analysiert und anschließend auf dieser Grundlage einen für die vorgegebenen Rahmenbedingungen kostenoptimierten Mix von Energieträgern berechnet. Dabei wird in allen Szenarien als Randbedingung vorgegeben, dass der gesamte Strom in allen im Verbund beteiligten Ländern regenerativ erzeugt wird. In das Modell gehen Annahmen über Preis- und Kostenentwicklungen für konventionelle Energieträger und Technologien zur Nutzung regenerativer Energiequellen ein. Natürlich bestehen bei der Einschätzung zukünftiger Kosten- und Technologieentwicklungen über einen Zeitraum von 40 Jahren nicht unerhebliche Un-

Tab. 1
Angenommene Lernraten im Vergleich zur Literatur

	Lernrate SRU in %	Lernraten NEIJ 2008 in %
Wind onshore	11,5	18–22
Wind offshore	18,6	18–22
Photovoltaik	25,9	15–25
Biomasse	2,2	0–10 (Technik)

Quelle: SRU (2010), unter Einbezug von Neij (2008).

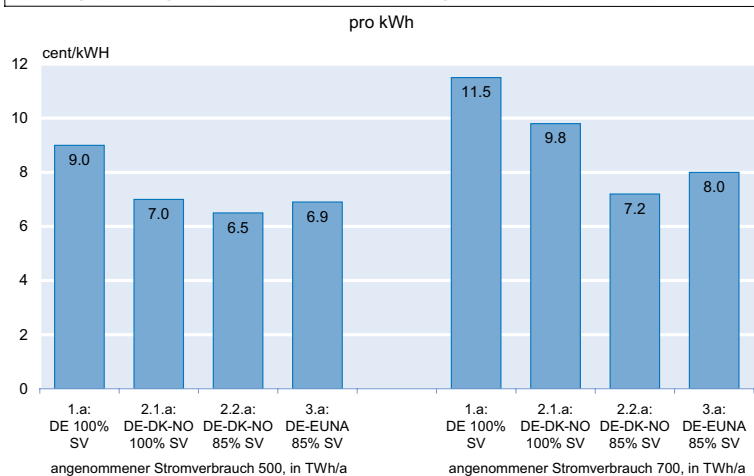
sicherheiten, weshalb die Ergebnisse auch nicht als Prognosen angesehen werden sollten.

Die in der SRU-Studie unterstellten Kostensenkungspotenziale liegen in der Spannweite der bisher in der wissenschaftlichen Literatur veröffentlichten und von Neij (2008) zusammengetragenen Abschätzungen (vgl. Tab. 1).

Aufbauend auf diese Kostenschätzungen wurde für das Jahr 2050 in acht verschiedenen Szenarien ein möglichst kostengünstiges Portfolio aus erneuerbaren Energien berechnet. Die Szenarien variierten hinsichtlich des Stromverbrauchs, der grenzüberschreitenden Vernetzung und der erlaubten Menge importierten Stroms.

Die inflationsbereinigten Stromgestehungskosten einer regenerativen Vollversorgung im Jahr 2050 einschließlich der Kosten für den internationalen Netzausbau und Speicher können dabei unter 7 ct/kWh liegen (vgl. Abb. 1). Die Kosten sind umso niedriger, je erfolgreicher eine anspruchsvol-

Abb. 1
Stromgestehungskosten in Deutschland, Prognose für 2050



Anmerkungen: DE = Deutschland, DK = Dänemark, NO = Norwegen, EUNA = Europa und Region Nordafrika (Anteile der Landflächen Algeriens, Marokkos, Tunesiens, Libyens, Ägyptens). – Die Länder beschreiben die Art des Stromverbundes. – SV = Selbstversorgung.

Das teure Szenario 1 ist ein Szenario reiner Selbstversorgung. In den anderen Szenarien 2 und 3 wird bei 100% SV ein Stromaustausch von 15% mit den anderen Verbundländern erlaubt. Bei den Szenarien mit 85% SV wird zudem ein Import von bis zu 15% ermöglicht.

Quelle: SRU und SG (2011, 1, Abb. 0–2).

Tab. 2
Angenommene Preisentwicklung für fossile Brennstoffe und CO₂-Emissionsrechte entsprechend dem Preispfad A (deutlicher Preisanstieg) der Leitstudie

Brennstoffpreise frei Kraftwerke; reale Preise, (Preisbasis 2005) – mit CO ₂ -Aufschlag											
	2000	2005	2006	2007	2010	2015	2020	2025	2030	2040	2050
Preisfad A (deutlich)											
CO ₂ -Aufschlag; EUR/t					24,0	32,0	38,0	45,0	50,0	60,0	70,0
Erdgas											
ct/kWh th	1,30	1,80	2,32	2,17	3,49	4,14	4,82	5,49	6,16	7,35	8,27
EUR/GJ	3,61	5,00	6,45	6,03	9,70	11,51	13,40	15,26	17,12	20,43	22,99
Anteil CO ₂ -Aufschl. (%)					15,9	18,6	19,6	19,9	19,6	19,7	20,7
Steinkohle											
EUR/t	49,5	66,1	65,1	77,1	183,8	225,1	265,9	304,6	341,3	416,4	481,8
ct/kWh th	0,61	0,81	0,80	0,95	2,26	2,76	3,26	3,74	4,19	5,11	5,91
EUR/GJ	1,69	2,26	2,22	2,63	6,27	7,68	9,07	10,39	11,64	14,21	16,44
Anteil CO ₂ -Aufschl. (%)					54,3	62,2	65,5	66,3	65,4	63,6	64,4
Braunkohle											
ct/kWh th	0,37	0,38	0,38	0,40	1,36	1,71	2,01	2,27	2,49	2,94	3,40
EUR/GJ	1,02	1,06	1,06	1,11	3,78	4,75	5,59	6,31	6,92	8,17	9,45
Anteil CO ₂ -Aufschl. (%)					240	298	347	383	408	444	476

Quelle: Nitsch (2008, 108).

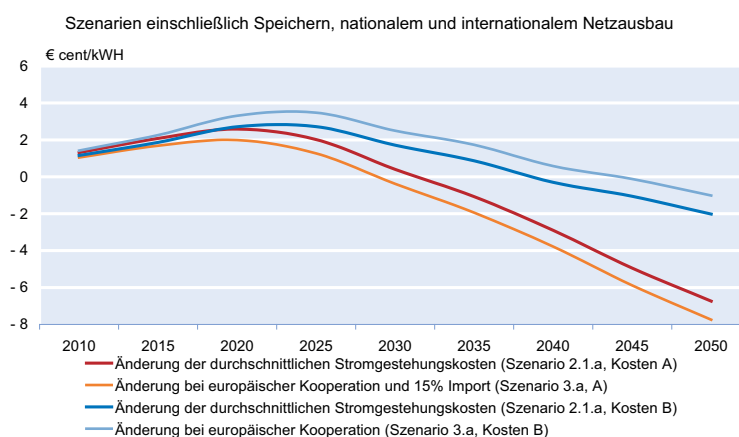
le Energiespar- und Effizienzpolitik ist, je mehr die Nutzung kostengünstiger Speichertechnologien, insbesondere von Pumpspeicherkraftwerken in Skandinavien oder im Alpenraum, gelingt, und je besser Deutschland mit anderen europäischen Ländern vernetzt ist. Für den Netzausbau innerhalb Deutschlands muss nach einer überschlägigen Rechnung mit zusätzlichen Kosten in der Größenordnung von 1 bis 2 ct/kWh gerechnet werden.

Den angenommenen Kostenentwicklungen der regenerativen Stromerzeugung stehen die Kosten der konventionellen Stromerzeugung gegenüber. Sie werden maßgeblich von der Entwicklung der Brennstoffpreise und der Kosten für Verschmutzungsrechte (CO₂-Zertifikatspreise) bestimmt. Besonders die Schätzung zukünftiger Brennstoffpreise für die verschiedenen fossilen Energieträger unterliegt über einen Zeitraum von 40 Jahren großen Unsicherheiten. Die zukünftige Entwicklung der Preise für CO₂-Emissionsrechte kann ebenfalls nur mit Unsicherheiten abgeschätzt werden und ist sehr stark von den Zielen der zukünftigen Klimapolitik abhängig. Für die Berechnungen im Rahmen des SRU-Gutachtens wurden die im Leitszenario A der Leitstudie des BMU (vgl. Nitsch 2008) unterstellten Preisentwicklungen für fossile Brennstoffe (frei Kraftwerk) und Emissionsrechte verwendet (vgl. Tab. 2).

Aufbauend auf den oben angenommenen Annahmen zur Entwicklung der spezifischen Stromerzeugungskosten und eines kontinuierlichen Umbaus des Energiesystems zeigt Abbildung 2 für unterschiedliche Szenarien des SRU die Veränderung der durchschnittlichen Stromgestehungskosten gegenüber konventioneller Erzeugung über die Zeit.

Während der kommenden zwei Jahrzehnte werden für die Systemumstellung 2 bis 3,5 ct/kWh höhere Elektrizitätskosten getragen werden müssen. Dem steht gegenüber, dass

Abb. 2
Veränderung der durchschnittlichen Stromgestehungskosten gegenüber konventioneller Erzeugung



bis zum Jahr 2050 die Elektrizitätskosten gegenüber konventioneller Erzeugung voraussichtlich 1 bis 8 ct/kWh günstiger werden. Der Umstieg auf erneuerbare Energien ist hiermit auch ohne Berücksichtigung der Schäden durch den Treibhauseffekt für Deutschland ökonomisch vorteilhaft.

Ein Nachteil für die deutsche Industrie im Vergleich zu internationalen Wettbewerben ist bei der jetzigen Ausgestaltung des EEG selbst im Übergang zu einer 100% regenerativen Stromversorgung nicht zu erwarten. Bisher werden die Kosten des EEGs vorwiegend auf die Haushalte abgewälzt. Die energieintensive Industrie könnte zusätzlich sogar aufgrund der Ausgestaltung des Day Ahead Spotmarktes der European Power Exchange (EPX Spot) von einem wachsenden Angebot regenerativ erzeugten Stroms profitieren. Bei einem nach Grenzkosten der Erzeugung aufgebauten Stromangebot führt die Einspeisung größerer Mengen regenerativen Stroms aus Anlagen mit variablen Kosten nahe null (Wind und Sonne) zu einer Senkung des Börsenstrompreises (der sogenannte Merit Order Effekt). Bei stetig wachsenden Anteilen vor allem von Windenergie wird es mit der Zeit immer häufiger zu zeitweise sehr niedrigen Strompreisen kommen. Energieintensive Unternehmen, die Strom direkt am Großhandelsmarkt einkaufen, können sich durch innovative und intelligente Geschäftspraktiken somit sogar einen Vorteil verschaffen. Dies schafft einen Anreiz für die Nutzung von Speichern, die zwar verhindern, dass der Strompreis auf Werte nahe null fällt, aber gleichzeitig die Kosten einer Stromversorgung durch erneuerbare Energien senken.

Um den Übergang zu einer kohlenstofffreien und nachhaltigen Elektrizitätsversorgung zu gewährleisten, sind flankierende politische Maßnahmen wichtig. Dabei wird der Emissionshandel allein, selbst wenn er in seiner Ausgestaltung optimiert wird, nicht zur langfristigen Minimierung der gesellschaftlichen Kosten führen können (vgl. Holm-Müller und Weber 2010). Seine Anreize reichen nicht aus für eine Umstellung auf neue Technologien. Neben der notwendigen Langfristigkeit der Entwicklungen, die nur unzureichend in den Preisen widerspiegelt werden, muss es neuen Technologien erst ermöglicht werden, durch Lernkosteneffekte und Economies of Scale ihre anfänglich sehr hohen Kosten zu reduzieren. Dafür sind zusätzliche Anreize erforderlich, die der SRU in seinem Sondergutachten benennt, die aber hier nicht näher betrachtet werden können.

Der vom SRU für Deutschland dargestellte Weg in eine vollständig auf erneuerbaren Energien aufbauende Stromversorgung ist auch für andere Länder gangbar. In China und Indien sowie vielen anderen Ländern sind die Möglichkeiten, Wind und Sonne zu nutzen, tendenziell eher besser als in Deutschland. Dies gilt auch zumindest für den Süden der USA. Eine Studie des WWF (2011) untersucht die Möglich-

keiten einer weltweiten Umstellung der Energieversorgung auf erneuerbare Energien und kommt zu dem Schluss, dass dies mit heute existierenden Techniken nahezu möglich ist, ohne dass selbst im Übergang die Kosten über 2% des weltweiten Bruttoinlandproduktes liegen. Bereits im Jahr 2050 geht der WWF davon aus, dass die Nutzen die Kosten überkompensieren.

Mittelfristig erhöhen sich die Vermeidungsmöglichkeiten von CO₂ zudem, wenn es durch den Umstieg auf erneuerbare Energien gelingt, bei einer weitgehenden Elektrifizierung des Verkehrs auch hier die Emissionen erheblich zu reduzieren. Das SRU-Gutachten hat diesbezüglich gezeigt, dass selbst eine hohe Nachfrage von 700 TWh/a zu akzeptablen Kosten bedient werden kann.

Deutschland war mit dem EEG einer der Vorreiter auf dem Wege zu einer ambitionierten Nutzung erneuerbarer Energien. Die daraus resultierende Nachfrage nach Technologie zur Nutzung erneuerbarer Energien, die viele Jahre lang zu einem erheblichen Teil durch Deutschland bestimmt wurde, hat eine starke Kostendegression ermöglicht. Diese führt jetzt dazu, dass der vermehrte Einsatz erneuerbarer Energien und damit eine Dekarbonisierung der Stromversorgung auch für Länder eine Option darstellen, die für eine Teilnahme an internationalen Kooperationen zur Verringerung von Klimagasen über das eigene Interesse hinaus nur schwer gewonnen werden können. Dies unterstreicht die Bedeutung einer ambitionierten nationalen Vermeidungsstrategie.

Literatur

- DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt) (2010), *Möglichkeiten und Grenzen der Integration verschiedener regenerativer Energiequellen zu einer 100% regenerativen Stromversorgung der Bundesrepublik Deutschland bis zum Jahr 2050*, Endbericht, Sachverständigenrat für Umweltfragen, Materialien zur Umweltforschung 42, Berlin.
- Holm-Müller, K. und M. Weber (2010), »Plädoyer für eine instrumentelle Flankierung des Emissionshandels im Elektrizitätssektor«, http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/06_Hintergrundinformationen/2010_06_Emissionshandel_Strom.pdf?__blob=publicationFile, 18. August 2010.
- Neij, L. (2008), »Cost development of future technologies for power generation. A study based on experience curves and complementary bottom-up assessments«, *Energy Policy* 36(6), 2200–2211.
- Nitsch, J. (2008), *Weiterentwicklung der »Ausbaustrategie Erneuerbare Energien« vor dem Hintergrund der aktuellen Klimaschutzziele Deutschlands und Europas*, »Leitstudie 2008«, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin.
- Ostrom, E. (2009), *A polycentric approach for coping with Climate Change. Background paper to the 2010 World Development Report*, The World Bank. Development Economics. Office of the Senior Vice President and Chief Economist. Policy Research Working Paper 5095, Washington, DC.
- SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) (2002), *Umweltgutachten 2002. Für eine neue Vorreiterrolle*, Metzler-Poeschel, Stuttgart.
- SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) (2005), »Kontinuität in der Klimapolitik – Kyoto-Protokoll als Chance«, Stellungnahme 7, SRU, Berlin.
- SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) (2008), »Klimaschutz in der Finanzkrise«, Kommentar zur Umweltpolitik, SRU, Berlin.
- SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) (2010), »100% erneuerbare Stromversorgung bis 2050: klimaverträglich, sicher, bezahlbar«, Stellungnahme 15, SRU, Berlin.

WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltfragen) (2007), *Welt im Wandel, Sicherheitsrisiko Klimawandel*, Hauptgutachten, Springer-Verlag, Berlin.

WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltfragen) (2009), »Klimawandel: Warum 2°C?«, Factsheet Nr. 2, WBGU, Berlin.

WWF International (2011), *The Energy Report: 100% Renewable Energy by 2050* WWF, Gland.



Rüdiger Pethig*

Emissionsvermeidung oder Anpassung an den Klimawandel: Klimapolitischer Handlungsbedarf und strategisches Handeln

Nach dem Kenntnisstand der internationalen Klimaforschung wird der gegenwärtige Klimawandel weitgehend durch den Anstieg der Konzentration anthropogener Treibhausgase in der Atmosphäre verursacht (vgl. IPCC AR4 2007). Die globale Erwärmung verursacht Schäden bzw. Kosten¹, die ihrerseits große länderspezifische Unterschiede aufweisen, und sie beschleunigt sich stärker als noch vor einigen Jahren angenommen. Ohne stringente weltweite Klimapolitik würde sich die globale Erwärmung fortsetzen und progressiv steigende Kosten verursachen.

Diese Kosten sind jedoch davon abhängig, wie sich Mensch und Natur an den Klimawandel anpassen. Unter *Anpassung* verstehen wir hier solche Reaktionen natürlicher und gesellschaftlicher Systeme auf aktuelle oder erwartete Klimastimuli und ihre Wirkungen, die Schaden mindern oder entstandene Vorteile wahrnehmen (vgl. IPCC AR4 2007). Soweit durch Klimawandel Einkommen, Preise und Umweltbedingungen geändert werden, passen Konsumenten und Unternehmer ihre Wirtschaftspläne bestmöglich daran an, unabhängig von staatlicher Klimapolitik. Wenn sich die Auswirkungen solcher autonomen Anpassung auf den Akteur beschränken, der die Anpassungsmaßnahme durchführt, ist die Anpassung ein sogenanntes privates Gut und das Ausmaß der Anpassung ist (tendenziell) sowohl privatwirtschaftlich als volkswirtschaftlich optimal. Hier liegt kein anpassungspolitischer Handlungsbedarf vor. Hat dagegen eine Anpassungsmaßnahme Auswirkungen auf einen größeren Kreis von Akteuren in einer Region, hat sie den Charakter eines regionalen öffentlichen Gutes. Ein Standardbeispiel ist die Errichtung bzw. Erhöhung eines Deiches, von dem alle Bewohner des überschwemmungsgefährdeten Hinter-

* Prof. Dr. em. Rüdiger Pethig lehrte an der Universität Siegen.

¹ Die Prognosen des Klimawandels und seiner Auswirkungen sind unsicher, so dass die *erwarteten* Kosten und deren Varianz (*Risiko*) sowie die Risikoaversion bzw. -freude der Akteure zu berücksichtigen sind.

lands profitieren. In der Theorie freiwilliger Beiträge zu einem solchen Gut betrachten Ökonomen ein nicht-kooperatives Spiel aller potenziellen Nutznießer und zeigen, dass im Nash-Gleichgewicht suboptimal wenig von diesem Gut bereitgestellt wird. Demnach besteht in diesem Fall anpassungspolitischer Handlungsbedarf.

Wie dieser Handlungsbedarf in Politik umgesetzt wird, hängt allerdings davon ab, ob die Anpassungsmaßnahme Ländergrenzen überschreitende Wirkungen hat. Wenn nicht, wird der Bau des Deichs im nationalen Rahmen durch die zuständigen nationalen Institutionen beschlossen, durch Zwangsabgaben finanziert und ist dann im günstigen Fall effizient dimensioniert. Wohnen potenzielle Nutznießer des regionalen öffentlichen Guts dagegen in einem Gebiet, das zu zwei oder mehr angrenzenden Ländern gehört, ist im Falle nicht-kooperativen Nash-Verhaltens der beteiligten Staaten mit einer »Unteranpassung« zu rechnen. Die effiziente Anpassung erfordert eine länderübergreifende Kooperation. Ein Beispiel ist ein nach Starkregen über die Ufer getretener Fluss, wenn das Ausmaß der Überschwemmungen und Schäden im Land am Unterlauf davon abhängt, ob im anderen Land am Oberlauf Flussauen zur Flutung bereitgehalten werden. Hier lassen sich durch Kooperation wechselseitige Wohlfahrtsgewinne erzielen. Ein anderes düsteres Beispiel sind Länder, in denen Wüstenbildung oder Landverlust durch steigenden Meeresspiegel zunimmt. Migration ins Ausland könnte dann eine oder gar die einzige Anpassungsmöglichkeit sein, die aber eine Kooperationsbereitschaft des Auslands erfordert.

Als Fazit zur Frage nach dem Handlungsbedarf staatlicher Anpassungspolitik bei gegebenem Klimawandel halten wir fest, dass ein solcher vorliegt, wenn Anpassungsmaßnahmen, die die Nettoklimawandelkosten verringern, viele Menschen in einer Region betreffen. Liegt diese Region vollständig in einem Land, kann die Politik die Ineffizienz vermeiden, die mit der Finanzierung von Anpassung mit freiwilligen Beiträgen verbunden ist. Handelt es sich um eine Region, die nicht innerhalb eines Landes liegt, ist eine effiziente Anpassung ohne länderübergreifende Kooperation im Klimaschutz nicht erreichbar.

Wir wenden uns nun der zweiten Säule der Klimapolitik zu, der »Bekämpfung« des Klimawandels. Aus der eingangs genannten Diagnose, dass die Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre die Ursache des Klimawandels ist, folgt unmittelbar, dass zur Verringerung der Zunahme der globalen Erwärmung die Verringerung von Treibhausgasemissionen (im Folgenden kurz: *Vermeidung*) erforderlich ist. Die Vermeidung ist ein sogenanntes globales öffentliches Gut, weil jede Emissionsminderung, an welchem Ort der Welt sie auch vorgenommen wird, die globale Erwärmung bzw. deren Zunahme verringert. Da alle gesellschaftlichen und natürlichen Systeme weltweit dem Klimawandel ausge-

setzt sind, wirkt jede Vermeidung auf alle diese Systeme. Vergleicht man den Klimawandel metaphorisch mit einer Krankheit, dann entspricht die Vermeidung, wo auch immer auf der Welt sie vorgenommen wird, einer Kausal*therapie* für diese Krankheit, die – was im medizinischen Bereich nicht möglich ist – allen Kranken der Welt gleichzeitig hilft. Dagegen lindert eine Anpassungsaktivität nur die Krankheits*symptome* einzelner oder mehrerer Kranker dort, wo die Anpassungsaktivität stattfindet, ohne Krankheit und Leid aller übrigen Kranken auf der Welt zu beeinflussen.

Der vermeidungspolitische staatliche Handlungsbedarf ist in der umweltökonomischen Literatur umfassend dargelegt worden und braucht deshalb hier nur kurz beschrieben zu werden. Wenn es in der Ausgangslage keine internationale Vermeidungspolitik gibt, folgt aus der Eigenschaft der Vermeidung, ein globales öffentliches Gut zu sein, im Einperiodenmodell eine aus Weltsicht suboptimal niedrige Vermeidung bzw. eine übermäßig hohe globale Erwärmung. Formal ergibt sich die Vermeidung dann als Nash-Gleichgewicht nationaler Vermeidungsbeiträge in einem nicht-kooperativen Spiel aller Länder der Welt, in dem es für jedes einzelne Land rational ist, so viel zu vermeiden, bis seine Grenzvermeidungskosten gleich dem heimischen Grenznutzen der Vermeidung sind und dabei zu ignorieren, dass die eigene Vermeidung auch einen Nettovorteil bei den übrigen Ländern auslöst. Dieses Business-as-usual (= BAU)-Szenario geht im Allgemeinen mit einer staatlichen Anpassungs- und Vermeidungspolitik in jedem Land einher, die neben der privaten autonomen Anpassung bei gegebenen Emissionen der übrigen Länder im nationalen Interesse liegt. Dabei ist im BAU die globale Erwärmung aus Weltsicht suboptimal hoch.

Diese Folgerung ist nicht zwingend, wenn man nicht das Einperiodenmodell, sondern den gesamten Zeitpfad des BAUs mit Klimawandel inklusive Vermeidungs- und Anpassungspolitiken aller Länder in den Blick nimmt und den BAU-Zeitpfad mit dem Zeitpfad des sozialen Planers vergleicht, der den Barwert der Weltwohlfahrt maximiert. Das verlangt den Vergleich der Barwerte intertemporaler Nutzen- und Kostenströme, und diese hängen sowohl von der Verteilung der Periodennutzen und -kosten über die Zeit ab, als auch von der zugrunde gelegten Diskontrate. Charakteristisch für das Problem der globalen Erwärmung ist, dass die negativen Wirkungen von Treibhausgasemissionen und somit auch die positiven Wirkungen von Vermeidung erst mit großer zeitlicher Verzögerung auftreten. Je größer aber diese Verzögerung ist und je größer die Diskontrate, desto geringer ist der Barwert der Nettovorteile internationaler Kooperation in der Klimapolitik. Die kontroverse Diskussion um den Stern-Bericht (Stern et al. 2006) hat noch einmal unterstrichen, dass die Antwort auf die Frage nach der Notwendigkeit internationaler kooperativer Vermeidung unter anderem von normativen Urteilen über die Diskontrate abhängt. Dennoch

gibt es in angewandten Studien mehrheitlich einen Konsens darüber, dass durch Kooperation Nettowohlfahrtsgewinne über BAU hinaus erzielbar sind, und dem folgend konstatieren wir einen vermeidungspolitischen Handlungsbedarf, dessen Ausmaß allerdings aus den genannten Gründen kontrovers ist.² Da es keine supranationale Institution gibt, welche die weltwirtschaftlich optimale Vermeidung durchsetzen kann, bleibt nur die internationale Kooperation auf freiwilliger Basis, also die Hoffnung auf einen Erfolg der laufenden Klimaverhandlungen.

Unsere Feststellung staatlichen Handlungsbedarfs sowohl bei Anpassung als auch bei Vermeidung führt zu der Frage nach der optimalen Kombination staatlicher Anpassungs- und Vermeidungsmaßnahmen, also nach dem optimalen Politik-Mix. Formal betrachtet, ist eine Klimapolitik wohlfahrt maximal, wenn sie Maßnahmen zur Vermeidung und Anpassung so einsetzt, dass die Ausweitung jeder dieser Maßnahmen um eine Einheit den gleichen zusätzlichen Nutzen stiftet. Allerdings sind die Implikationen dieser Regel im BAU und bei Kooperation³ sehr verschieden.

Ein Vergleich beider Szenarien zeigt, dass im BAU mehr Anpassung, aber weniger Vermeidung stattfindet als bei Kooperation, und zwar aus zwei Gründen. Einerseits ist im BAU mehr private und staatliche Anpassung effizient, weil über den gesamten Zeitpfad hinweg die globale Erwärmung im BAU größer als bei Kooperation ist. Zum anderen wählt die Regierung jedes Landes im BAU ihre Anpassungs- und Vermeidungsmaßnahmen so, dass die Minderung des Grenzschadens im eigenen Land durch heimische Anpassung gleich der Minderung des Grenzschadens im eigenen Land durch heimische Vermeidung ist. Im kooperativen Szenario muss dagegen die heimische Grenzschadensminderung durch heimische Anpassung gleich sein der Summe der Grenzschadensminderungen in allen Ländern, die durch die heimische Vermeidung bewirkt werden. Das impliziert bei Kooperation eine Verlagerung von Anpassungsmaßnahmen hin zur Emissionsminderung. Mit anderen Worten, im Vergleich zum Weltwohlfahrtsoptimum sind die Anpassungsmaßnahmen aller Länder im BAU-Szenario exzessiv.

Dieses Ergebnis weist darauf hin, dass alle Länder bezüglich des Designs ihrer nationaler Klimapolitiken in einem Dilemma stecken, weil bisher zwar keine im Weltmaßstab nennenswerte internationale Kooperation in der Klimapolitik zu verzeichnen ist, aber gleichwohl Verhandlungen mit diesem Ziel laufen und fortgeführt werden. Ein Land mit vorausschauender Politik muss daher bei seiner Anpassungs- und Vermeidungsstrategie berücksichtigen, welche Erwartungen es über die Erfolgsaussichten der Verhandlungen hat

und wie seine Strategie die eigene Verhandlungsposition beeinflusst. Der BMF-Beirat (BMF 2010) empfiehlt, ein Land solle in dieser Situation seine Anstrengungen in der Anpassung verstärken und in der Vermeidung verringern, weil es dadurch nicht nur im Falle des Scheiterns, sondern auch beim Erfolg globaler Verhandlungen Vorteile erzielen, ja sogar die Erfolgsaussichten der Kooperation erhöhen könne. Ich habe Zweifel, ob diese Empfehlung der theoretischen und empirischen Komplexität klimapolitischer Strategien mit und ohne Blick auf die Erfolgsbedingungen von Kooperation gerecht wird. Da ich diese wichtige Problematik im Rahmen dieses Beitrags nicht angemessen behandeln kann, müssen die folgenden kurzen Hinweise genügen.

Angenommen, alle Länder würden im Vorfeld von Verhandlungen ihre Anpassung auf- und ihre Vermeidung abrüsten. Nach der These des BMF-Beirats wäre das in jedem Fall in ihrem eigenen Interesse und müsste auch die Erfolgsaussichten der Kooperation allseitig erhöhen. Mir scheint allerdings die Hypothese plausibler zu sein, dass jedes Land eine solche Strategie der anderen als Signal für mangelnde Kooperationsbereitschaft deuten würde und deshalb auch die eigene Kooperationsbereitschaft verringert. Außerdem ist keineswegs klar, ob ein Land, das einseitige Vermeidungsvorleistungen erbringt, gegen das eigene Interesse handelt. Denn in diametralem Gegensatz zur Auffassung des BMF-Beirats ist z.B. nach Jaeger et al. (2011) eine Erhöhung des Vermeidungsziels von 20% auf 30% für die EU vorteilhaft, und zwar unabhängig von einem post-2012 Klimaabkommen(!). Aber selbst wenn der Vorreiter Zusatzkosten hätte, käme es für die Beurteilung seiner Strategie darauf an, wie stark ein Kooperationserfolg von einem glaubwürdigen Vorreiter abhängt, wie es z.B. das Tit-for-tat-Prinzip nahe legt. Sollte ein Vorreiter gar eine notwendige Bedingung für erfolgreiche Kooperation sein, was kontrovers eingeschätzt wird, dann wäre es nicht sinnvoll zu argumentieren, dieses Land hätte in einer Kooperationslösung eine günstigere Position erreichen können, wenn es keine Vorleistungen erbracht hätte.

Zusammenfassend ist zur Rolle von Anpassung und Vermeidung in der künftigen Klimapolitik zunächst festzustellen, dass politischer Handlungsbedarf in Form einer Kombination von Anpassung und Vermeidung auf nationaler und internationaler Ebene begründet ist. Das trifft für das (gegenwärtige) Szenario der Nicht-Kooperation (BAU) ebenso zu wie für das Kooperationszenario. Allerdings verschiebt sich bei Kooperation das Gewicht deutlich von der Anpassung zur Vermeidung. Nun befindet sich die Welt derzeit aber in einem Verhandlungsmarathon mit dem Ziel einer internationalen Kooperation, wobei noch offen ist, wie viel Kooperation in Zukunft erreicht wird. Deshalb ist die Frage, für welchen Politik-Mix aus Anpassung und Vermeidung jetzt und in naher Zukunft sich ein Land entscheiden soll, eine Frage danach, welche Verhandlungsstrategie dieses Land

² Mit der Festlegung auf das 2-Grad-Ziel in Cancún ist diese theoretische Unklarheit pragmatisch aus dem Wege geräumt worden.

³ Unter Kooperation verstehen wir hier vereinfachend immer die perfekte, weltwohlfahrtmaximale Lösung.

wählen soll, was u.a. auch von der Ernsthaftigkeit seines Interesses an einer kooperativen Lösung abhängt. Eine bekannte Stärke der ökonomischen Theorie und experimentellen Forschung ist es, die Anreize zum Trittbrettfahrerverhalten bei der Bereitstellung öffentlicher Güter durch freiwillige Beiträge als massives Hindernis für Kooperation aufgedeckt zu haben. Im Gegensatz dazu handelt es sich meinem Eindruck nach bei den vorliegenden Untersuchungen zu den Erfolgsbedingungen von Kooperation im Allgemeinen und internationalen Umweltabkommen im Besonderen teilweise um konkurrierende Erklärungsansätze, deren empirische Absicherung schwierig ist oder fehlt. Das ist zu berücksichtigen, wenn auf der Basis solcher Ansätze Empfehlungen an Teilnehmer der laufenden internationalen Klimaschutzverhandlungen gegeben werden.

Literatur

BMF (2010), *Klimapolitik zwischen Emissionsvermeidung und Anpassung*, Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats beim Bundesministerium der Finanzen, Berlin.

IPCC AR4 (2007), *IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 (AR4)*, <http://www.ipcc.ch>.

Jaeger et al. (2011), *»A new growth path for Europe. Generating prosperity and jobs in the low-carbon economy«*, Potsdam, www.european-climate-forum.net.

Stern et al. (2006), *Stern Review: The Economics of Climate Change*, HM Treasury, London.



Joachim Weimann*

Vermeidung oder Anpassung? Oder: Vom Regen in die Traufe

Der Klimawandel ist ohne Frage eine gewaltige Herausforderung. Zum ersten Mal in der Menschheitsgeschichte scheint es so zu sein, als habe menschliches Handeln zu einem massiven Eingriff in globale Systemzusammenhänge geführt.¹ Die Frage, wie dieser Herausforderung zu begegnen ist, stellt sich dringlich und sie stellt sich weltweit. Bis vor relativ kurzer Zeit wurde in diesem Zusammenhang fast ausschließlich darüber diskutiert, mit welchen Mitteln der Klimawandel verhindert oder zumindest in seinem Ausmaß beschränkt werden kann. Das berühmte »2-Grad-Ziel« hat dabei geholfen, einen relativ weitgehenden globalen Konsens über das Ziel der »Vermeidungsstrategie« zu erreichen. Man ist sich in hohem Maße einig, dass der zu erwartende globale Temperaturanstieg auf 2 Grad begrenzt werden soll. Offen scheint nur die Frage zu sein, *wie* das erreicht werden kann.

Erst in jüngerer Zeit richtete sich die Diskussion auch auf die Frage, ob, wann und wie über Anpassungsmaßnahmen nachzudenken sei. Eine Zeitlang wurde diese Diskussion dadurch beschwert, dass sich die, die sie führen wollten, mit dem Vorwurf konfrontiert sahen, den Kampf gegen den Klimawandel aufgeben zu wollen. Inzwischen scheint diese Haltung aber der Einsicht gewichen zu sein, dass das Nachdenken über Anpassungsmaßnahmen keineswegs impliziert, dass alle Versuche, Klimaschutz zu betreiben, aufgegeben werden.

Die pragmatische Sicht

Bei einer rein pragmatischen Betrachtung ergibt sich ein sehr klares Bild des Verhältnisses von Vermeidung und Anpassung.

* Prof. Dr. Joachim Weimann ist Inhaber des Lehrstuhls für Wirtschaftspolitik an der Universität Magdeburg.

¹ Die Frage, ob der Klimawandel tatsächlich anthropogen verursacht ist oder nicht, soll und kann hier nicht diskutiert werden. Die überwältigende Mehrheit der naturwissenschaftlichen Gemeinschaft hält dies für hoch wahrscheinlich. Der Autor hat weder Anlass noch die Kompetenz, diesen Befund zu bezweifeln. Deshalb wird im Folgenden davon ausgegangen, dass »Business as usual« zu einem menschlich verursachten massiven Klimawandel führt.

sung, das durch drei wichtige Punkte charakterisiert werden kann:

1. Vermeidung und Anpassung schließen sich nicht aus, sondern können bis zu einem gewissen Grad als komplementär angesehen werden. Solange die Wahrscheinlichkeit dafür, dass Vermeidungsanstrengungen erfolgreich sind, hinreichend groß ist, kann es gerechtfertigt sein, solche Anstrengungen zu unternehmen. Gleichzeitig wäre es auch bei relativ guten Erfolgsaussichten töricht, die Möglichkeit des Scheiterns aller Bemühungen nicht auch zu bedenken und die Frage zu stellen, welche Alternativen für diesen Fall offen stehen. Wenn man für den Augenblick unterstellt, dass die Wahrscheinlichkeit für eine erfolgreiche Vermeidung groß genug ist, dann macht zum jetzigen Zeitpunkt die gleichzeitige Diskussion von Vermeidungs- und Anpassungsstrategien Sinn.
2. Es gibt einen unmittelbaren Trade off zwischen der Dringlichkeit für die Ergreifung von Anpassungsmaßnahmen und der Sinnhaftigkeit von Vermeidungsanstrengungen. Je weniger wahrscheinlich ein Erfolg der Vermeidungsstrategie ist, umso notwendiger wird es, Anpassungsanstrengungen zu unternehmen. Das hat eine wichtige Implikation: Wenn die Wahrscheinlichkeit für eine erfolgreiche Vermeidungspolitik sinkt, dann sollten Ressourcen zu Lasten dieser Politik und zugunsten von Anpassungsmaßnahmen umverteilt werden. Vereinfacht ausgedrückt: Wenn es kaum noch Hoffnung gibt, den Klimawandel stoppen zu können, dann sollte man nicht mehr in Windkraftanlagen, sondern in höhere Dämme investieren.
3. Bei dem Versuch, den Klimawandel zu vermeiden, ist die Politik mit einer gänzlich anderen Problemlage konfrontiert als bei der Anpassung an den Klimawandel (vgl. hierzu auch Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesministerium für Finanzen 2010). Die Vermeidung gelingt nur dann, wenn die Staatengemeinschaft es schafft, ein *global öffentliches Gut* bereitzustellen. Die Vermeidung von CO₂, die ein einzelnes Land durchführt, kommt allen Ländern zugute, wenn dadurch der Temperaturanstieg reduziert werden kann. Niemand kann von dem Nutzen aus Schadstoffvermeidung ausgeschlossen werden. Diese Eigenschaft jeder Maßnahme des Klimaschutzes führt die Länder dieser Erde in ein soziales Dilemma: Aus der Sicht des einzelnen Landes ist es nicht rational, selbst kostspielige Vermeidung zu betreiben, weil man auch dann nicht von den Vorteilen der Vermeidung anderer ausgeschlossen werden kann, wenn man selbst untätig bleibt. Diese Freifahreroption steht allen Ländern offen, und wie es scheint, wird sie reichlich in Anspruch genommen. Das soziale Dilemma durch globale Kooperation zu überwinden, bei der viele Länder auf die Wahrnehmung eigener, nationaler Interessen verzichten, ist ein äußerst schwieriges Unterfangen. Bei der *Anpassung* an den Klimawandel kommt es nicht zu grenzüberschreitenden,

positiven externen Effekten. Wenn die Niederlande ihre Dämme verstärken, hat kein anderes Land etwas davon. Zwar ist auch der schützende Damm ein öffentliches Gut, weil alle die dahinter leben, unabhängig davon ob sie einen Beitrag zur Dammerrichtung erbracht haben oder nicht, geschützt werden. Die Bereitstellung solcher *lokalen* öffentlicher Güter ist jedoch um ein Vielfaches einfacher, als die Bereitstellung eines global öffentlichen Gutes. In vielen Fällen sind Anpassungsmaßnahmen sogar rein privater Natur und können über Märkte alloziert werden. Hausbesitzer werden sich beispielsweise auf zunehmende Extremwetterlagen durch Investitionen in die Sicherheit ihrer Immobilien einstellen, Urlauber werden ihr Verhalten ändern, und Änderungen der klimatischen Bedingungen werden zu einer Veränderung der Grundstückswerte führen, die entsprechende Preissignale auf dem Grundstücksmarkt zur Folge haben, die wiederum Landnutzungsänderungen zur Folge haben.

Angesichts dieser Einschätzung des Zusammenhangs von Vermeidung und Anpassung, drängen sich drei Fragen auf:

- a) Wie ist die Wahrscheinlichkeit für eine erfolgreiche Vermeidungspolitik einzuschätzen?
- b) Die Unterschiede zwischen Vermeidungs- und Anpassungsmaßnahmen legen nahe, dass der Staatseinfluss bei der Anpassung im Vergleich zur Vermeidung deutlich geringer ausfällt und Märkten eine wesentlich wichtigere Rolle zuwächst. Kann man erwarten, dass sich die Politik entsprechend verhält und sich auf die Bereitstellung der lokalen öffentlichen Güter beschränkt, die zur Anpassung benötigt werden?
- c) Kann man erwarten, dass es rechtzeitig zu einer Ressourcenumverteilung von Vermeidungs- zu Anpassungsinvestitionen kommt?

Wie wahrscheinlich ist ein Erfolg der Vermeidungsanstrengungen?

Die Antwort auf diese Frage hängt vor allem davon ab, wie man die Wahrscheinlichkeit für das Zustandekommen einer großen Koalition von Staaten einschätzt, die sich zu einer massiven Reduktion ihrer Treibhausgasemissionen verpflichten. Der Verlauf der Klimakonferenzen, die seit der Vereinbarung von Rio jährlich stattgefunden haben, gibt nicht gerade Anlass zu übertriebenem Optimismus. Im Gegenteil, bisher konnte das Wachstum der globalen Klimagasemissionen bestenfalls geringfügig verlangsamt werden. Von der notwendigen massiven Reduktion ist die Staatengemeinschaft nach wie vor weit entfernt. Bei näherem Hinsehen zeigt sich, dass selbst die Vereinbarungen, die in der Öffentlichkeit als Erfolge der Klimapolitik gefeiert werden, keine substantiellen Fortschritte gebracht haben. Beispielsweise haben Böhlinger (2002) sowie Böhlinger und Vogt (2004)

gezeigt, dass der Emissionspfad, der sich letztendlich (d.h. nach allen Nachverhandlungen) aus dem Kyoto-Protokoll ergibt, nur unwesentlich von dem des Business-as-usual-Szenarios unterscheidet.

So ernüchternd die bisherige Bilanz der Klimakonferenzen auch ausfällt, sie lässt natürlich nicht den Schluss zu, dass es auch in der Zukunft, d.h. unter wachsendem Problemdruck, zu keiner Vereinbarungen kommt. Die ökonomische Wissenschaft hat sich der Frage, ob mit großen Klimakoalitionen gerechnet werden kann, von zwei Seiten genähert. Einerseits wurden die grundsätzlichen strategischen Optionen der Verhandlungsteilnehmer mit Hilfe spieltheoretischer Modelle analysiert, andererseits hat die Verhaltensökonomie Experimenten eingesetzt, um die Frage zu beantworten, wie Verhandlungen gestaltet werden können, damit sie erfolgreicher sind als die bisherigen. Das Verhältnis der beiden methodischen Zugänge zueinander ist nicht ohne Spannungen (vgl. Weimann 2010a). Im Lager der »reinen Theoretiker« wird mitunter bezweifelt, dass Laborexperimente mit Studenten dazu geeignet sind, internationale Klimaverhandlungen abzubilden. Experimente, so die Kritik, weisen eine zu geringe externe Validität auf, als dass sie für die Beratung von realen Verhandlungsdelegationen herangezogen werden könnten. Umgekehrt verweisen Verhaltensökonominnen nicht zu Unrecht darauf, dass auch die normative Theorie nur mit starken Einschränkungen als extern valide bezeichnet werden kann. Sie benutzt Verhaltensannahmen, die empirisch nachhaltig widerlegt sind, und institutionelle Rahmenbedingungen, die sehr weit von denen entfernt sind, unter denen internationale Klimaverhandlungen ablaufen. Als Fazit dieser Kontroverse muss konzediert werden, dass sowohl die Resultate der theoretischen als auch die der experimentellen Forschung nur mit einer gewissen Vorsicht auf die Realität übertragen werden können. Im Falle der Analyse von Klimaverhandlungen ist diese Einschränkung aber weniger bedeutsam, denn letztlich kommen beide Zugänge zu dem gleichen Resultat: Die Aussichten darauf, eine große Koalition zu bilden, sind ausgesprochen schlecht. Die Ursache liegt vor allem darin, dass der Zusammenschluss von Ländern zu einer Koalition zur Folge hat, dass die Nicht-Koalitionäre Nutznießer eines positiven externen Effekts sind, weil sie von den Vorteilen der Vermeidungsanstrengungen der Koalitionäre nicht ausgeschlossen werden können. Dieser Effekt verstärkt den Anreiz freizufahren und verhindert, dass es zu größeren Koalitionen kommen kann.² Die experimentelle Forschung hat gezeigt, dass sich an diesem Befund auch dann nichts ändert, wenn es Länder gibt, die mit gutem Beispiel voran gehen (vgl. Sturm und Weimann 2008). Zwar sind die Laborbeobachtungen nicht völlig in Übereinstimmung mit den theoretischen Prognosen, aber die Tendenz ist eindeutig.

² Für einen Überblick über die relevante Literatur vgl. Barrett (2005).

Damit bleibt ein eher trostloses Bild: Sowohl die bisher vorliegenden Erfahrungen als auch die theoretische Analyse der strategischen Interaktionen der am Klimaschutz beteiligten Länder und auch die verhaltensökonomischen Resultate zeigen, dass mit dem Zustandekommen eines globalen Klimaabkommens nicht zu rechnen ist. Das lässt die Erfolgsaussichten einer Vermeidungspolitik rapide sinken, denn erfolgreich kann Klimapolitik nur sein, wenn sie in globalem Maßstab betrieben wird. Beispielsweise hat die EU einen Anteil an den globalen Treibhausgasemissionen von 14%. Allein diese Zahl zeigt die Machtlosigkeit einzelner Länder oder kleinerer Ländergruppen. Es gibt entweder eine globale Lösung des Vermeidungsproblems, oder es gibt keine.

Eine weitere Beobachtung muss die Hoffnung auf eine erfolgreiche Vermeidungspolitik weiter dämpfen. Dort, wo die Regierungen und die sie stützenden Wähler bereit sind, Lasten für den Klimaschutz zu tragen – das ist bisher vor allem in der EU der Fall – ist die Klimapolitik, die de facto betrieben wird, hochgradig ineffizient. Anstatt sich auf kosteneffiziente Instrumente wie den Emissionshandel zu konzentrieren und diesen konsequent durchzusetzen, können die europäischen Regierungen der Versuchung nicht widerstehen, durch symbolische Politiken den Wählern vorzugaukeln, das Klima im Alleingang zu retten. Die Folge sind extrem kostspielige Maßnahmen, die wegen des gleichzeitig eingeführten Emissionshandels vollkommen redundant sind, massive Fehlanreize schaffen und die technologische Entwicklung einer CO₂-armen Energiegewinnung ebenso massiv behindern (vgl. Sinn 2009; Weimann 2010b).

Alles zusammen genommen, spricht vieles dafür, dass die Bemühungen, den Klimawandel aufzuhalten, wenig Erfolg haben werden. Entscheidungsträger, die über die Verwendung knapper Ressourcen für die Vermeidung des Klimawandels oder die Anpassung an den Klimawandel zu befinden haben, täten gut daran, dem Erfolg der Vermeidungsstrategie nur eine geringe subjektive Wahrscheinlichkeit zuzuordnen und verstärkt darüber nachzudenken, welche Anpassungsmaßnahmen zu ergreifen sind.

Welche Rolle wird der Staat bei der Anpassung spielen?

Anpassungsmaßnahmen erfordern weitaus weniger Staatseingriffe, als die Bereitstellung des global öffentlichen Gutes »Vermeidung« notwendig macht. Mit der Einsicht (die früher oder später eintreten kann), dass die Vermeidungsstrategie zum Scheitern verurteilt ist, sollte deshalb das Signal für einen Teilrückzug des Staates gegeben werden. Kann man erwarten, dass es dazu wirklich kommt? Die oben bereits angesprochenen Erfahrungen mit der praktischen Klimapolitik in Europa lassen das bezweifeln. Es ist vielmehr

zu erwarten, dass Vermeidungsanstrengungen auch dann noch durchgeführt werden, wenn sie längst komplett sinnlos geworden sind. Begründungen dafür lassen sich leicht finden. Eine gewisse Restunsicherheit über die Wirkung dieser Maßnahmen wird immer bleiben, und sie wird reichen, um zu begründen, warum man an der Subventionierung erneuerbarer Energien oder der Wärmedämmungsverordnung festhält. Dazu kommt, dass mit der Erklärung, dass Vermeidungsanstrengungen keinen Sinn mehr haben, notwendigerweise das Eingeständnis verbunden ist, dass die jahrzehntelang betriebene symbolische Politik gescheitert ist. Es ist nur schwer vorstellbar, dass die Politik die Kraft dazu aufbringt.

Die Erfahrungen mit der deutschen und europäischen Klimapolitik lassen auch befürchten, dass die Regierungen bei der Realisierung von Anpassungsmaßnahmen den Märkten nicht das Feld überlassen werden – auch wenn es keinen Grund für ein Marktversagen gibt. Natürlich ist es reine Spekulation, aber es könnte sich lohnen, hohe Wetten darauf abzuschließen, dass die Politik erneut der Versuchung erliegen wird, ihre Wähler mit kollektiven Beschlüssen zu erfreuen, die sie zu Anpassungsmaßnahmen zwingen werden, auch wenn es dabei weder zu externen Effekten noch anderen Phänomenen kommt, die staatlichen Zwang legitimieren könnten.

Es bleibt damit nur ein eher pessimistisches Resümee. Das massive Staatsversagen, das wir bei der Vermeidungsstrategie in Europa beobachten dürfen, wird sich mit hoher Wahrscheinlichkeit fortsetzen, wenn es darum gehen wird, sich an veränderte klimatische Bedingungen anzupassen.

Literatur

- Barrett S. (2005), »The Theory of international environmental agreements«, in: K.-G. Mähler und J.R. Vincent (Hrsg.), *Handbook of Environmental Economics*, Vol. 3, Elsevier, Amsterdam.
- Böhringer, C. (2002), »Climate politics from Kyoto to Bonn: from little to nothing?«, *The Energy Journal* 23, 51–71.
- Böhringer, C. und C. Vogt (2004), »Dismantling of a breakthrough: the Kyoto protocol as symbolic policy«, *European Journal of Political Economy* 20(3), 597–617.
- Sinn, H.-W. (2009), *Das Grüne Paradoxon*, Econ, München.
- Sturm B. und J. Weimann (2008), »Unilateral Emissions Abatement: An Experiment«, in: T.L. Cherry, J.F. Shogren und S. Kroll (Hrsg.), *Experimental Methods, Environmental Economics*, Routledge, New York.
- Weimann, J. (2010b), *Die Klimapolitik-Katastrophe*, 3. Aufl., Metropolis, Marburg.
- Weimann, J. (2010a), »Politikberatung und Verhaltensökonomie. Eine Fallstudie zu einem schwierigen Verhältnis«, *Schmollers Jahrbuch* 130(3), 279–298.
- Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesministerium für Finanzen (2010), »Klimapolitik zwischen Emissionsvermeidung und Anpassung«, Berlin.



Timo Goeschl*

Anpassung statt Vermeidung – die Realpolitik des Klimaschutzes

In einer Welt ohne internationale Kooperations- und Koordinationsprobleme läge das Primat des Klimaschutzes auf Emissionsvermeidung, nicht auf Anpassung. Doch jene Gründe, die dieses Primat so zwingend machen – räumliche Spillovers, Vermeidung von persistenten Schadstoffen – sind auch jene, die in der tatsächlichen internationalen Ordnung das Primat ins Gegenteil verkehren und zu einer Verschiebung zu Gunsten von Anpassungsmaßnahmen führen. Diese These von der Anpassungsdominanz in der Realpolitik des Klimaschutzes baut auf den Einsichten der »Public-Goods-Game«-Literatur auf und ist mit den bisher enttäuschenden Ergebnissen in internationalen Verhandlungen konsistent. Die argumentativen Pfeiler der These scheinen durch die zukünftigen Entwicklungen in technologischer und informativer Hinsicht eher gestärkt als geschwächt zu werden. Eine wirklich neue Dimension eröffnen am ehesten neue technologische Ideen des sogenannten Geoengineerings. Diese könnten sich mittelfristig als wirkliche »Game Changer« erweisen.

Trotz begründeter Differenzen über das optimale Volumen von Klimapolitik, ihr richtiges Timing und die räumliche Verteilung der Lasten herrscht ein grundlegender Konsens unter Umweltökonomern: In einer Welt ohne internationale Kooperations- und Koordinationsprobleme würde eine intergenerational orientierte, rationale Klimapolitik das Schwergewicht auf Emissionsvermeidung und nicht auf Anpassung legen (vgl. Stern 2006; Nordhaus 2008). Der Grund dafür liegt einerseits in der beeindruckenden zeitlichen Persistenz von Treibhausgasen (vgl. z.B. Solomon et al. 2010) und der globalen Wirksamkeit ihrer Effekte (vgl. z.B. Stern 2006). Bei Schadstoffen solcher Charakteristik dominiert die Sinnhaftigkeit von Mitigation klar jene von Anpassung. Auch in einer solchen Klimapolitik wäre Platz für ein gewisses Volumen an einfachen und kostengünstigen Anpassungsmaßnahmen. An der Marge jedoch ist die Vermeidung an der

* Prof. Timo Goeschl, Ph.D., ist Inhaber des Lehrstuhls für Umweltökonomik an der Universität Heidelberg.

Quelle einer Begrenzung angerichteter Schäden durch räumlich zerstreute und ständig neu vorzunehmende Aufwendungen für Adaptation vorzuziehen. Mitigation und nicht Adaptation würde eine zukunftsorientierte und global koordinierte Klimapolitik prägen.

Die Dominanz der Emissionsvermeidung in einer zukunftsorientierten und global koordinierten Klimapolitik hebt sich deutlich von ihrer Rolle in der tatsächlich zu erwartenden Klimapolitik der nächsten Jahrzehnte ab. Mit beträchtlicher Sicherheit wird die Rolle der Mitigation im Vergleich zu der der Anpassung eine untergeordnete sein. Für diesen Befund gibt es schon aus theoretischer Sicht wichtige statische und dynamische Gründe, die die jüngere Geschichte internationaler Klimaverhandlungen und neue Resultate zur freiwilligen Vermeidungsneigung der Bürger empirisch untermauern.

Die These der Anpassungsdominanz

Die Gründe für die statische Dominanz der Adaptation in der tatsächlichen Klimapolitik sind genau jene, die Mitigation in einer global optimalen Klimapolitik so attraktiv machen: Die räumliche Streuung und die zeitliche Verzögerung der Nutzen ambitionierter Mitigationsmaßnahmen. Diese Gründe definieren ein »Public-Goods«-Spiel bislang unerhörter räumlicher und zeitlicher Dimensionen (vgl. Hoel 1991).

Vor dem Hintergrund dieser »Public-Goods«-Betrachtung stellen Mitigation und Adaptation radikal unterschiedliche Strategien der Beteiligten dar. Mitigation ist ein freiwilliger Verzicht auf individuell wohlfahrtsstiftende Treibhausgasemissionen durch einen Einzelnen, sei es nun ein einzelner Bürger oder ein Land. Damit stellt Emissionsvermeidung globale öffentliche Güter bereit. Ohne weitere institutionelle Vorkehrungen findet diese Bereitstellung ohne Garantie statt, dass nicht ein anderer den Effekt dieses Beitrags durch eine Erhöhung der eigenen Treibhausgasemissionen negiert, entweder an einem anderen Ort oder zu einem anderen Zeitpunkt. Die möglichen Kooperationsgewinne aus einer koordinierten Emissionsvermeidung aller Beteiligten sind hoch, doch noch höher sind die strategischen Anreize, aus dem globalen Kompakt auszuscheren, wenn dies einfach möglich ist. Der Trittbrettfahreffekt, der eine solche Ausnutzung der Vermeidungsanstrengungen anderer attraktiv macht, ist – wie allseits bekannt – die zentrale Herausforderung globaler Klimapolitik.

Adaptation unterscheidet sich in dieser Hinsicht drastisch. Es bedarf keiner institutionellen Vorkehrungen: Die Beteiligten begünstigen sich durch ihre Adaptationsmaßnahmen selbst, weitgehend unabhängig von den Adaptationsmaßnahmen anderer. Die Koordinations- und Kooperationsanforderungen sind aus globaler Sicht minimal. Die Gewinne sind

im Vergleich zur Emissionsvermeidung um Größenordnungen kleiner, aber eben robust gegenüber dem strategischen Verhalten anderer Beteiligten.

Wie die institutionellen Vorkehrungen der Staatengemeinschaft ausgestaltet sein müssen, um globale Emissionsvermeidung zu unterstützen und so die möglichen Kooperationsgewinne zu lukrieren, ist seit geraumer Zeit gut verstanden (vgl. z.B. Carraro 1999). Doch gerade aufgrund der Anforderungen der Ausgestaltung kommt die theoretische Forschung insbesondere auf internationaler zu einem weitgehend pessimistischen Urteil. Die ungünstige Kosten-Nutzen-Konstellation in der Emissionsvermeidung, die wichtigen Heterogenitäten zwischen den Beteiligten, die daraus resultierenden strategischen Anreize und die mangelnden Durchsetzungsinstrumente machen globale Mitigation aus theoretischer Sicht prekär (vgl. Barrett 1994).

Aus dynamischer Perspektive kommen noch weitere wichtige Gründe für die Dominanz von Anpassungsmaßnahmen hinzu. Ein Zurückbleiben der globalen Anstrengungen zur Emissionsvermeidung hinter dem notwendigen Niveau bedeutet zunächst einmal eine Beschleunigung der Erderwärmung gegenüber der Referenzentwicklung des Weltklimas. Eine solche Entwicklung bleibt natürlich nicht folgenlos auf die weiteren Anreize, Emissionsvermeidung und Anpassungsmaßnahmen durchzuführen. Mit nun noch schneller steigenden Grenzschaäden steigen die Anreize für beide Ausformungen der Klimapolitik an. Für Anpassungsmaßnahmen allerdings nehmen diese stärker zu, da die Vermeidung nun höherer und unmittelbar bevorstehender Schäden relativ lohnender wird. Dynamisch gibt es daher Anhaltspunkte, dass sich die Balance zwischen Vermeidung und Anpassung noch weiter zu Gunsten von Adaptation verschieben sollte.

Die Klima-Realpolitik – Bestätigung der Anpassungsdominanzthese?

Die theoretische Voraussage, dass in der Klimapolitik Emissionsvermeidung trotz ihrer impliziten globalen Wohlfahrtsgewinne von Anpassung dominiert werden sollte, ist – so formuliert – empirisch schwierig zu bestätigen: Anpassungsmaßnahmen sind bis dato weder in bedeutendem Maßstab notwendig noch isoliert beobachtbar. Zurzeit liegen bestenfalls Studien vor, die allerdings einen Hinweis auf den mit Adaptationsmaßnahmen verbundenen politischen Willen und das finanzielle Volumen bieten. Ein vielbeachtetes Beispiel sind die strategischen Deichplanungen in den Niederlanden: Um die durch den Anstieg des Meeresspiegel bedrohten Deichanlagen zu stützen, wird vorgeschlagen, bis 2050 jährlich etwa 1,6 Mrd. Euro und von 2050 bis 2100 zwischen 0,9 und 1,5 Mrd. Euro zu investieren (vgl. Delta-Kommission 2008).

Die wichtigste Untermauerung der These von der Anpassungsdominanz stützt sich nicht auf die Ausgaben für Anpassung, sondern auf die fehlenden Anstrengungen in der Emissionsvermeidung auf internationaler Ebene. Bislang haben nur einzelne EU-Länder nennenswerte Opfer zur Emissionsreduktion erbracht. Die für die Klimaentwicklung relevanten globalen Emissionen an Treibhausgasen steigen weiterhin stark an. Dessen ungeachtet haben die Verhandlungen zwischen den Parteien der Rahmenwerkskonvention zum Klimawandel, UNFCCC, in Kopenhagen und Cancun wenig greifbare Ziele geliefert.

Nicht nur auf Länderebene, auch auf der Ebene individueller Bürger kann von einer Bereitschaft, in Sachen Emissionsvermeidung in eine individuelle Vorleistung zu gehen, nicht wirklich gesprochen werden. Auf rein freiwilliger Basis und ohne Instrumente, die auch andere Beteiligte in die Pflicht nehmen, ist der durchschnittliche Deutsche unter den gegebenen Umständen nicht bereit, einen individuellen positiven Beitrag zur Reduktion von Treibhausgasemissionen zu leisten, so die Ergebnisse eines letzten Jahr mit über zwei Tausend Teilnehmern durchgeführten Quasifeldexperimentes (vgl. Diederich und Goeschl 2011).

Gründe für eine Verschiebung?

Gibt es Gründe anzunehmen, dass die These von der Anpassungsdominanz in Zukunft an Leistung einbüßt? Die wichtigsten Pfeiler der Thesen sind die Präferenzen der Bevölkerung im Hinblick auf Klimaschutz, der Wissensstand über die Folgen und Wahrscheinlichkeiten des Klimawandels, und die zur Verfügung stehenden Technologien. Zum aktuellen Zeitpunkt ist die überzeugendste Arbeitshypothese, dass von keinem dieser Faktoren eine Gewichtsverschiebung zu Gunsten von Mitigation zu erwarten ist.

Originäre Präferenzänderungen in der Bevölkerung, die Vermeidungsmaßnahmen begünstigen würden, wären typischerweise eine stärkere Zukunftsorientierung, ein höherer Grad an Altruismus in Hinblick auf die globale Bevölkerung oder ein unmittelbaren Wunsch nach einer Erhaltung einer möglichst unveränderten Umwelt. Solche Präferenzänderungen können nicht ausgeschlossen werden. Andererseits deutet wenig auf ihr Eintreten hin.

Davon zu unterscheiden sind Veränderungen im Wissensstand über den Klimawandel bei gleichen Präferenzen. Klimapolitischer Handlungsdruck wird sich in demokratischen Gesellschaften vor allem aus Ereignissen mit hoher kognitiver Salienz entwickeln (vgl. Sunstein 2005). Wird dieser Druck eher Mitigations- oder Anpassungsmaßnahmen fordern? Es gibt aus verhaltensökonomischer Sicht gute Gründe, davon auszugehen, dass auch hier Anpassungsmaßnahmen bevorzugt werden, die unmittelbare und zeitnah

wirksame Antworten auf neu erkannte Bedrohungsszenarien bieten. Der Grund ist die zentrale Rolle von singulären Ereignissen, wie etwas Katastrophen, für die Entwicklung des Wissensstandes der Bevölkerung (ibd.). Ereignisse ausreichender Salienz werden erst verhältnismäßig spät im Prozess des Klimawandels eintreten und dann Folgen aufzeigen, die sich in konkrete, ortsspezifische Bedrohungsszenarien übersetzen lassen. Die zeitliche Dimension wird daher schnell wirksame Anpassungsmaßnahmen als besonders geeignet erscheinen lassen. Die räumliche Dimension wird den Schutz konkreter Werte betonen. In beiderlei Hinsicht betont eine solche Entwicklung die Notwendigkeit sofortig wirksamer konkreter Anpassung. Die langfristigen und globalen Dimensionen ambitionierter Emissionsvermeidung treten dahinter zurück.

Technologischer Wandel ist eine der wahrscheinlichsten Quellen von Verschiebungen in der relativen Bedeutung von Mitigation und Adaptation. Aus globaler Sicht übersteigen die gesellschaftlichen Gewinne technologischen Fortschritts in der Mitigation jene in der Adaptation schon aufgrund der räumlichen Spillovers um Größenordnungen. Aufgrund der ungenügenden Betonung der Emissionsvermeidung in der Klimapolitik sind die Anreize, die geeigneten Technologien systematisch zu entwickeln, jedoch zurzeit schwach. Auch sind von steigenden Preisen fossiler Brennstoffe induzierte Verbesserungen in der Energieeffizienz nur bedingt geeignet das Emissionsproblem zu lösen: Da Gewinne in der Energieeffizienz im Hinblick auf die Gesamtemissionen weitgehend in steigender Energienachfrage aufgehen, bietet nur technischer Fortschritt der besonders erneuerbare Energien favorisiert zumindest eine Aussicht auf verminderte Treibhausgasemissionen. Dass technischer Fortschritt dieser Art wahrscheinlicher ist als technischer Fortschritt im Bereich Anpassung, kann vor dem Hintergrund der aktuellen Entwicklungen nicht als offensichtlich angenommen werden.

Geoengineering – ein »Game Changer«?

Mit hoher Wahrscheinlichkeit greifen die heutigen Diskussionen um Mitigation versus Adaptation mittelfristig ohnehin zu kurz. Der Grund ist, dass sich am technologischen Horizont bereits konkrete Ideen abzeichnen, von denen einige im Vergleich zu Vermeidung und Anpassung eine ganz neue Kombination von räumlichen und zeitlichen Charakteristika und Kosten-Nutzen-Verhältnissen aufweisen. Die Rede ist hier von sogenannten Solar Radiation Management-Methoden, die zur absichtlichen, großskaligen Manipulation des Klimasystems mit technischen Mitteln geeignet sind. Mit Mitigation haben diese Methoden des Geoengineering die globale Wirksamkeit gemein, mit Anpassung die rasche Wirksamkeit. Von beiden Strategien unterscheidet sich Solar Radiation Management (SRM) im Hinblick auf die Kos-

ten für die Erreichung eines Temperaturreduktionsziels und im Hinblick auf das technologische Risiko.

Während die SRM-Formen des Geoengineering nach aktuellem Wissensstand mit verhältnismäßig geringen Kosten klar darstellbare Reduktionen in der Oberflächentemperatur bewerkstelligen können, sind die Unwägbarkeiten zum aktuellen Zeitpunkt noch inakzeptabel hoch. Doch die Forschung in diesem Bereich wird in den kommenden Jahren wichtige Unsicherheiten ausräumen. Mit Feldversuchen ist noch in diesem Jahrzehnt fest zu rechnen (vgl. Keith et al. 2010). Damit könnte dann in der Tat Bewegung in den Vermeidungs-Anpassungs-Mix kommen, und das auf möglicherweise überraschende Art und Weise. Denn sollte Geoengineering nicht als Chance, sondern als Gefahr verstanden werden, würde das die Attraktivität von Emissionsvermeidung auch ohne starke institutionelle Vorkehrungen steigern. Die Möglichkeit, dass gerade die technologische Machbarkeit von Geoengineering konzertierte Mitigationsmaßnahmen befördern könnte, um Geoengineering zu verhindern, sollte nicht außer Acht gelassen werden.

Prognose ohne Parallelen

Jede Prognose über zukünftige Entwicklungen profitiert von historischen Parallelen. Diese Parallelen fehlen im Kontext des Klimawandels, sowohl was die Größenordnung als auch die Zeitspannen angeht. Die Konturen, die sich im Hinblick auf unser globales Management des Treibhauseffektes abzeichnen, entsprechen jedoch auf beunruhigende Weise den Einsichten aus der Literatur zu öffentlichen Gütern. Was fehlt, ist eine mit Durchsetzungsinstrumenten ausgestattete Institution. Aus den zukünftigen Entwicklungen der meisten Faktoren ist in dieser Hinsicht wenig drastische Änderung zu erwarten. Ein wirklicher »Game Changer« sind die Technologien, die heute unter dem Terminus Geoengineering größere Bekanntheit erfahren. Von der Verfügbarkeit dieser Methoden mit ihren vergleichsweise ungewöhnlichen Charakteristika dürften neue Impulse für die globale Klimapolitik ausgehen.

Literatur

- Barrett, S. (1994), »Self-enforcing international environmental agreements«, *Oxford Economic Papers* 46, 878–894.
- Carraro, C. (Hrsg.) (1999), *International environmental agreements on climate change*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Deltacommissie (2008), *Working together with water. A living land builds for its future*, Findings of the Deltacommissie. http://www.deltacommissie.com/doc/deltareport_full.pdf.
- Diederich, J. und T. Goeschl (2011), »The Private Provision of GHG Emissions Reductions: A Large-Scale Quasi-Field Experiment«, Working Paper, Research Center for Environmental Economics, Universität Heidelberg.
- Keith, D.W., E. Parsons und M.G. Morgan (2010), »Research on global sun block needed now«, *Nature* 463, 426–427.
- Nordhaus, W. (2008), *A Question of Balance*, Yale University Press, New Have CT.

Solomon, S., J.S. Daniel, T.J. Sanford, D.M. Murphy, G.-K. Plattner, R. Knutti und P. Friedlingstein (2010), »Persistence of climate changes due to a range of greenhouse gases«, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 107(43), 18354–18359.

Stern, N. (2006), *The Economics of Climate Change. The Stern Review*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Sunstein, C. (2005), *Laws of Fear. Beyond the Precautionary Principle*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.