

Klimaschutz als Beispiel analytischer und politischer Komplexität

Leitplanken erforderlich

Das Klimaproblem ist durch sehr hohe zeitliche, räumliche und sektorale Komplexität gekennzeichnet. Dies stellt auch die wissenschaftliche Politikberatung vor erhebliche Herausforderungen. Einen neuen Ansatz, diesen gerecht zu werden, stellt der „Leitplankenansatz“ dar.

Von Hans-Joachim Schellnubner
und Thomas Bruckner

Politikrelevante Empfehlungen können im Gegensatz zu wissenschaftlichen Erkenntnissen niemals vollkommen ohne Rückgriff auf Werturteile formuliert werden (1). Der sogenannte Leitplankenansatz (Synonym: Fensteransatz) ermöglicht jedoch die strikte Trennung zwischen normativen Entscheidungen und wissenschaftlicher Analyse (2). Er wurde vom Wissenschaftlichen Beirat der Bundesregierung „Globale Umweltveränderungen“ (WBGU) vorgeschlagen (3) und am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung weiterentwickelt (4). Abgesehen von der zeitraubenden Möglichkeit, vorgeschlagene Strategien mit Hilfe von Simulationsmodellen zu untersuchen, erscheint es für die wissenschaftliche Beratung vielversprechend, die Ziele der Klimapolitik vorab zu definieren und anschließend diejenigen Klimaschutzpfade zu bestimmen, die damit verträglich sind (5). Das klassische Verfahren hierzu stellt die Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) dar, die versucht, die Kosten von Emissionsminderungsmaßnahmen und ihren Nutzen, d.h. die durch sie vermiedenen negative Klimafolgen, zu bestimmen, beide gegenüberzustellen und denjenigen Pfad zu ermitteln, der den globalen Nettutzen maximiert.

Das damit verbundene Streben nach Vollständigkeit gehört eindeutig zu den Stärken dieses Verfahrens, da es dazu auffordert, möglichst alle denkbaren Kosten bzw. möglichen Klimaschäden zu identifizieren und – wo möglich – zu quantifizieren. Sobald es aber darum geht, einen wohlfahrtsoptimalen Pfad zu bestimmen, wird aus dem sinnvollen Streben nach analytischer Vollständigkeit ein problematischer Zwang. Um einen optimalen Pfad verlässlich berechnen zu können, wäre es notwendig, alle relevanten wissenschaftlichen Zusammenhänge, die die beiden weit auseinanderliegenden Pole (Klimafolgen bzw. sozio-ökonomische Konsequenzen) in Abb. 1 indirekt

miteinander verbinden, in ausreichend guter Näherung (statistisch) beschreiben zu können, was derzeit nicht realistisch erscheint. Es gibt immer noch weiße Flecken auf der wissenschaftlichen Landkarte, die Bereiche betreffen, die von zentraler Bedeutung sein können.

Aber auch die bereits existierenden Forschungsfelder weisen eine extrem unterschiedliche Verständnistiefe auf. So gibt es z.B. eine jahrzehntelange Erfahrungen im Bereich der Energiesystemmodellierung, während die Klimafolgenforschung erst vor kurzem ins Leben gerufen wurde. Entscheidungen, die ausschließlich auf dem heute *quantifizierbaren* Wissen aufbauen, weisen deshalb leicht eine Schräglage zugunsten der gut untersuchten Teilsysteme auf. Dies kann dazu führen, daß relativ leicht bestimmbare Vermeidungskosten (z.B. für den Bau neuer Kraftwerke) ein größeres Gewicht bekommen als z.B. die Kosten von Adaptionsmaßnahmen.

► Komplexität des Klimaproblems: analytisch-wissenschaftlich...

Das im Vergleich zur ursächlichen Emission verzögerte Auftreten von Klimafolgen erzwingt es, Zeiträume zu betrachten, die mehrere Jahrhunderte umfassen. Dies stellt extreme Anforderungen an die Prognosefähigkeit sowohl von geophysikalischen Modellen als auch von solchen zur Modellierung der sozio-ökonomischen Dynamik.

Klimamodelle beruhen auf physikalischen Gesetzen, die vielfach bestätigt und zeitinvariant sind. Es besteht somit auf den ersten Blick die Hoffnung, daß sich mit ihrer Hilfe Klimaveränderungen bei bekannten Emissionen verlässlich berechnen lassen. Probleme entstehen aber durch die begrenzte räumliche Auflösung, durch auftretende Nichtlinearitäten sowie durch die Vorgabe von (oftmals weitgehend statistischen) Randbedingungen für jene Teile des „Systems Erde“, die bisher noch nicht vollstän-

dig in die Klimamodelle integriert werden konnten. Zu den quantitativ nur wenig untersuchten kritischen Effekten in diesem Zusammenhang zählen z.B. eine mögliche Destabilisierung der troposphärischen Chemie, ein Zusammenbruch des sog. „Conveyor Belts“ (thermohaline Zirkulation), eine Destabilisierung von Eismassen sowie die Möglichkeit eines „Runaway Greenhouse Effect“, bedingt durch das Auftauen von Permafrostböden oder durch die Freisetzung von Methan aus den Tiefen der Ozeane. Es ist nicht auszuschließen, daß diese Effekte zu einer raschen, nichtlinearen und singulären Klimaveränderung führen, die potentiell katastrophale Klimafolgen nach sich ziehen kann.

KNA, die mit heute verfügbaren (teilweise stark vereinfachten) Klimamodellen durchgeführt werden, laufen somit Gefahr, im Hinblick auf solche Klimaveränderungen kritische Grenzwerte zu überschreiten (6). Es ist deshalb sicherlich sinnvoll, potentielle Ursachen für solche singulären Klimaveränderungen zu erforschen und entsprechende Grenzwerte (z.B. Unstetigkeitspunkte oder Bifurkationen, die eine Grenze für wissenschaftliche „ex-ante“ Analysen darstellen) als mögliche Leitplanken im Sinne des Leitplankenansatzes (s.u.) vorzuschlagen. Aber auch reguläre Klimaveränderungen können Klimawirkungen nach sich ziehen (Veränderungen des Monsuns, Zunahme der Stärke oder Perpetuierung des ENSO-Phänomens, Absterben von borealen Wäldern), die auf regionaler Ebene ebenfalls als nicht unkritisch angesehen werden können.

Noch schwieriger stellt sich im Rahmen der KNA die Modellierung der sozio-ökonomischen Dynamik dar. Hier fehlen umfassend anerkannte Grundgesetze zur Beschreibung des menschlichen Verhaltens. Aus diesem Grunde wird vielfach entweder auf die höchst idealisierende Annahme rational handelnder Individuen zurückgegriffen, oder man ist gezwungen, das ökonometrisch beobachtete Verhalten über den vorhandenen Erfahrungsbereich hinaus zu extrapolieren. Berücksichtigt man den nur schwer vorherzusagenden (kreativen) technischen Fortschritt sowie den freien Willen der Individuen, verbunden mit evtl. zeitlich veränderlichen Präferenzen, so wird deutlich, wie schwer es ist, die langfristigen Folgen von Emissionsreduktionsmaßnahmen im sozio-ökonomischen Bereich verlässlich zu bestimmen.

Im Hinblick auf das eigentliche Optimierungsproblem der KNA ist es darüber hinaus von erheblicher Bedeutung, daß zur Auffindung dieses Optimums - selbst dann, wenn die Folgen wissenschaftlich gut bekannt wären - aufgrund der fehlenden Märkte für viele vom Klimawandel betroffenen „Güter“ (z.B. Ökosysteme) nicht der in dieser Hinsicht sehr effiziente (dezentrale) Marktmechanismus herangezogen werden kann. Statt dessen ist man gezwungen, diesen Mechanismus, an dem eine Vielzahl von Akteuren beteiligt sind, zu simulieren, was unvermeidbar grobe Vereinfachungen erforderlich macht.

► **...und politisch-normativ**

Ähnlich zweischneidig stellt sich auch die politische Dimension der KNA dar. Auch hier scheint es auf den ersten Blick ein Vorteil zu sein, daß die KNA bestrebt ist, die notwendigen Werturteile auf ein einziges, fundamentales Werturteil zu reduzieren: Der gesuchte Klimaschutzpfad soll die globale Wohlfahrt integriert über alle jetzt und zukünftig lebenden Generationen maximieren (5). Eine genaue Analyse dieses Anspruchs (7) zeigt aber, daß im realen Anwendungsfall viele Annahmen der KNA hinterfragt werden müssen und daß bereits bei der Definition der globalen Wohlfahrtsfunktion eine Reihe von Werturteilen zu treffen sind. Dazu zählt die Frage des intra-personalen Vergleiches von verschiedenen Folgen ebenso wie die Frage nach der Kompensierbarkeit von zugefügten Schäden durch (z.B. monetäre) Transfers sowie die nach dem Verhältnis zwi-

schen Kosten-Nutzen-Überlegungen und ethischen Standards (z.B. Gesetzen zum Schutz der Gesundheit). In zeitlicher Hinsicht ist zu fragen, wie Effekte, die verschiedene Generationen betreffen, zueinander in Bezug gesetzt werden sollen und, regional gesehen, wie die Effekte, die verschiedene Akteure betreffen, aggregiert werden sollen. Da sich entsprechende Werturteile teilweise auf relativ technische Aspekte der KNA (z.B. auf Aggregationsfaktoren) beziehen, sind sie für viele Entscheidungsträger, die sie eigentlich zu treffen hätten, oftmals nicht sofort als solche erkennbar. Der pragmatische Ansatz, solche normativen Entscheidungen durch den Rückgriff auf „offenbarte Präferenzen“ zu ersetzen, greift zu kurz, da es für viele dieser Präferenzen (z.B. „Wie wertvoll sind bestimmte Ökosysteme für unsere Nachfahren in 300 Jahren?“) bisher keine Märkte gibt, auf denen sie sich offenbaren könnten.

► **Der Leitplankenansatz des WBGU**

Aufgrund der beschriebenen Komplexität des Klimaproblems strebt dieser Ansatz nicht danach, die absolut „richtige Antwort“ für das klimapolitische Entscheidungsproblem zu finden. Statt dessen wird in einer pragmatischen, auf den zu beratenden Politiker bezogenen Art und Weise versucht, die von Politiker zu Politiker unterschiedlichen Werturteile, die ihren jeweiligen klimapolitischen Gestaltungswillen zum Ausdruck bringen, zu beachten und in sinnvoller Art und Weise mit dem bekannten

wissenschaftlichen Systemverständnis zusammenzuführen, ohne dabei gezwungen zu sein, bestehende Lücken durch eine Vielzahl von Annahmen schließen zu müssen.

Kurzgefaßt läßt sich der Leitplankenansatz wie folgt beschreiben: Ausgehend von einer Reihe explizit vorgegebener Leitplanken, die insbesondere intolerable Klimaänderungen aber auch sozio-ökonomisch nicht akzeptable Emissionsminderungsmaßnahmen auszuschließen versuchen, wird durch eine rein wissenschaftliche Analyse der Zusammenhänge zwischen den dafür relevanten Teilen des „Systems Erde“ (vgl. Abb. 1) die Gesamtheit aller Klimaschutzstrategien bestimmt, die mit den normativ gesetzten Leitplanken verträglich sind.

Der Ansatz verzichtet darauf festzulegen, auf welche Art und Weise die Leitplanken definiert werden. Dies erlaubt es, sehr flexibel auf unterschiedliche Werturteile einzugehen, die sich nicht auf relativ unanschauliche Parameter (z.B. Aggregationsfaktoren) beziehen (müssen), sondern ergebnisbezogen formuliert werden können. Andererseits muß die Festlegung der Leitplanken aber auch nicht im luftleeren Raum erfolgen. So stellen z.B. die angesprochenen singulären Klimaveränderungen sicherlich aussichtsreiche Kandidaten für (weitgehend) systemisch definierbare Leitplanken dar. Die bei regulären Veränderungen erforderliche (weitgehend) normative Festlegung der Leitplanken kann darüber hinaus durch die Darstellung der damit verbundenen Klimafolgen erleichtert werden.

Im Hinblick auf die analytische Komplexität ist zu beachten, daß es der Ansatz nicht verbietet, Leitplanken in Räumen (vgl. Abb. 1) zu definieren, die zwischen den beiden Polen des Schemas in Abb. 1 liegen. Solange es aufgrund unzureichender wissenschaftlicher Erkenntnisse schwierig ist, Klimafolgen bzw. Auswirkungen von Reduktionsmaßnahmen auf die Wohlfahrt zukünftig lebender Generationen umfassend zu quantifizieren, kann es sinnvoll sein, auf Hilfsvariablen zurückzugreifen, die sich mit größerer Zuverlässigkeit bestimmen lassen. Entsprechende Variablen, z.B. die Änderung der globalen Mitteltemperatur, können in diesem Sinne als Proxyvariablen für damit verbundene Klimafolgen angesehen werden. Andererseits können Grenzwerte für solche Variablen aber auch durch Überlegungen festgelegt werden, die sich nicht direkt auf quantifizierbare Klimafolgen beziehen. Sie kön-

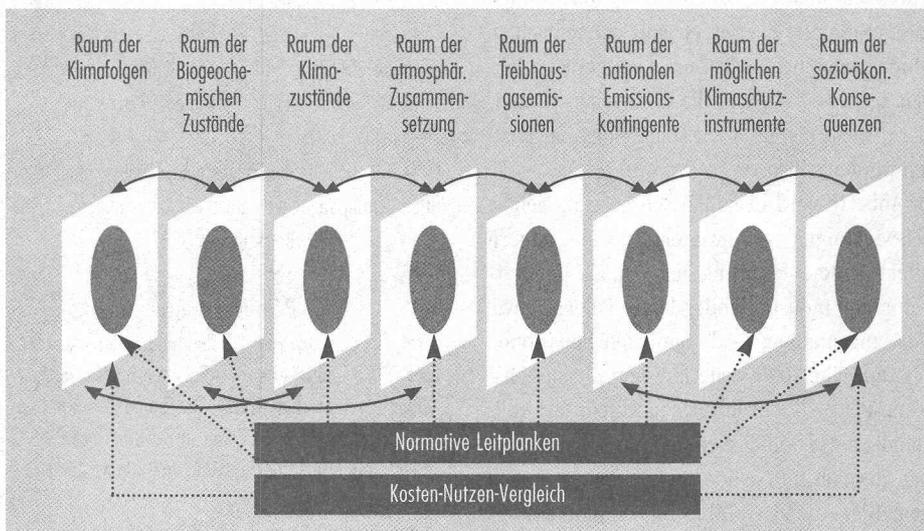


Abb. 1: Beispiele für Zusammenhänge (durchgezogene Pfeile) zwischen den Teilbereichen (weiße Flächen) des globalen Klimawandels. Neben Einflüssen zwischen benachbarten Räumen (z.B. Temperaturabhängigkeit biogeochemischer Zustände) sind auch weiterreichende Beziehungen (z.B. Kohlendioxidabhängigkeit des Pflanzenwachstums) relevant. Die Vorgabe von Leitplanken (s.u.) führt primär zu einer Begrenzung der zugelassenen Entwicklungspfade auf die Elemente der dunkelgrau wiedergegebenen „Fenster“. Die durchgezogenen Doppelpfeile deuten an, daß sich diese Begrenzungen beidseitig auswirken.

Abb. 2a

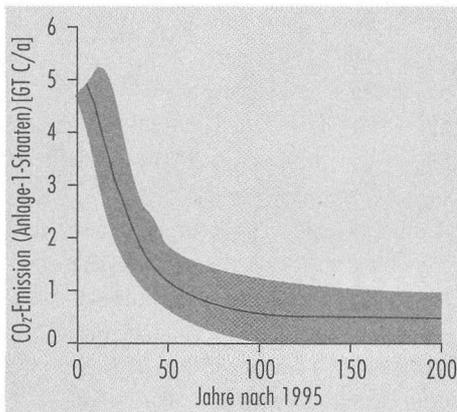


Abb. 2b

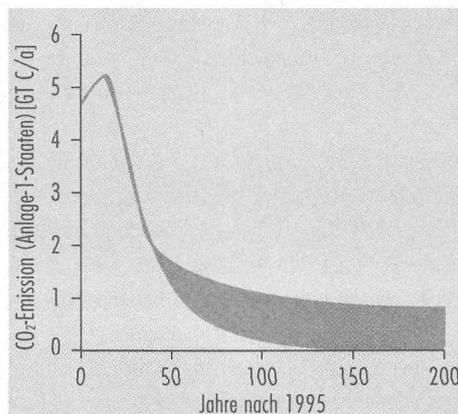


Abb. 2: Korridor der Industriestaatenemissionen, der unter Zugrundelegung der WBGU-Leitplanken den heutigen Handlungsspielraum (a) bzw. denjenigen (b) wiedergibt, der verbleibt, wenn weitere 15 Jahre dem „Business-as-usual“-Pfad gefolgt wird.

nen sich z.B. auf den paläoklimatologischen „Erfahrungsbereich der Menschheit“ (3) oder auf den „Vertrauensbereich“ von Klimamodellen beziehen, wodurch es möglich wird, Aspekte des Vorsorgeprinzips quantitativ in die Entscheidungsfindung einzubinden.

► Exemplarische Ergebnisse

Zum Abschluß sollen exemplarisch Ergebnisse des ICLIPS-Projektes (Integrated Assessment of Climate Protection Strategies) referiert werden, die Eingang in eine aktuelle Stellungnahme des WBGU (8) gefunden haben und die als typisch im Sinne des Leitplankenansatzes anzusehen sind. Da die normativen Entscheidungen, die den Leitplanken zugrundeliegen, und darüber hinausgehende Annahmen ausführlich in (8) diskutiert werden, soll hier auf eine wiederholende Diskussion verzichtet werden. Gemäß den gewählten Leitplanken wird eine absolute Temperaturänderung (bezogen auf den vorindustriellen Wert) von mehr als 2 Grad Celsius bzw. eine Temperaturänderungsrate von mehr als 0.2 Grad Celsius pro Dekade unter Berücksichtigung von Vorsorgegesichtspunkten als klimapolitisch nicht mehr tolerierbar angesehen. Darüber hinaus wird die Emissionsreduktionsrate (als Maß für die Belastbarkeit des sozio-ökonomischen Systems) auf einen Maximalwert von vier Prozent pro Jahr begrenzt. Ferner wird davon ausgegangen, daß die Entwicklungsländer erst dann die gleichen (prozentualen) Reduktionsverpflichtungen wie die der Industriestaaten akzeptieren, wenn in beiden Staatengruppen gleiche (zulässige) Pro-Kopf-Emissionen erreicht worden sind.

Mit Hilfe mathematischer Methoden (4) lassen sich sog. notwendige Emissionskorridore berechnen, die zu den normativ gesetzten Leitplanken gehören und verschiedene entscheidungsrelevante Aspekte beleuchten (Abb. 2). Diese Korridore verdeutlichen den durch die Leitplanken begrenzten Handlungsspielraum, wobei jeder Pfad, der eine zulässige Entwicklung darstellt, innerhalb des entsprechenden Korridors liegen muß.

Die schattierte Fläche in Abb. 2a stellt den Korridor der Kohlendioxid-Emissionen aller Industrieländer (genauer der Staaten der Anlage I der Klimarahmenkonvention) dar. Es ist deutlich zu erkennen, daß langfristig eine erhebliche Minderung von Treibhausgasemissionen angestrebt werden muß. Auch wenn der Korridor durchaus mehrere Handlungsoptionen offen läßt, muß unter Zugrundelegung der gemachten Modellannahmen spätestens nach etwa 15 Jahren begonnen werden, die Emissionen zu mindern, wenn die gesetzten Leitplanken eingehalten werden sollen.

In Abb. 2b wird exemplarisch gezeigt, welche Auswirkungen ein weiteres Hinauszögern effektiver Reduktionsmaßnahmen auf den Korridor der Industrieländer hätte. Folgen – wie dort angenommen – die globalen Emissionen bis zum Jahr 2010 weiterhin dem Business-as-usual-Pfad, so würde dies zu einem fast vollständigen Flexibilitätsverlust führen. Der WBGU hat deshalb in seiner Stellungnahme einen gemäßigten Pfad (in Abb. 2a) empfohlen, der sowohl den klimapolitischen Anforderungen als auch der begrenzten ökonomischen Belastbarkeit der Gesellschaft in angemessener Weise Rechnung trägt. Zu beachten ist, daß auch dieser Pfad langfristig gesehen erhebliche

Reduktionsanstrengungen erfordert. Wird ihm gefolgt, so muß z.B. bis zum Jahr 2050 eine Reduktion der Treibhausgase um nahezu 80 Prozent angestrebt werden (8).

Anmerkungen

(1) Vgl. Findeisen, W., E. Quade: The Methodology of Systems Analysis: An Introduction and Overview. In: Miser, H., E. Quade (eds.): Handbook of Systems Analysis, Wiley, New York 1985.

(2) Für eine Auseinandersetzung mit dieser Problematik vgl. Th. Bruckner, G. Petschel-Held, F. Toth: The Tolerable Windows Approach to Global Warming. Paper presented at the World Congress of Environmental and Resource Economists, June 25-27, 1998, Venice, Italy. Im Internet unter <http://www.worldcongress.feem.it> abrufbar.

(3) Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU): Szenario zur Ableitung globaler CO₂-Reduktionsziele und Umsetzungsstrategien, Stellungnahme zur ersten Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention in Berlin, WBGU, Bremerhaven 1995.

(4) Vgl. z.B. Tóth, F.L., T. Bruckner, H.-M. Füssel, M. Leimbach, G. Petschel-Held, H.-J. Schellnhuber: The Tolerable Windows Approach to Integrated Assessments, Paper presented at the IPCC Asia-Pacific Workshop on Integrated Assessment Models, Tokyo, Japan, 10-12th March 1997.

(5) Vgl. hierzu insbesondere Intergovernmental Panel on Climate Change: Climate Change 1995, Economic and Social Dimensions of Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge 1996.

(6) Vgl. Schellnhuber, H.J.: Integrated Assessment of Climate Change: Regularity and Singularity, Proc. of the Conference Climate Impact Research: Why, How and When, Berlin, 28-29th October 1997.

(7) Helm, C., T. Bruckner, F.L. Tóth: Value Judgements and the Choice of Climate Protection Strategies, International Journal of Social Economics (accepted 1998) sowie Schellnhuber a.a.O.

(8) WBGU: Ziele für den Klimaschutz, Stellungnahme zur dritten Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention in Kyoto, WBGU, Bremerhaven 1997.

Die Autoren

Prof. Dr. Hans-Joachim Schellnhuber ist Vorsitzender des WBGU und Direktor des Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK). Dr. Thomas Bruckner ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im BMBF-Projekt ICLIPS: Integrierte Abschätzung von Klimaschutzstrategien.

Kontakt: PIK, Postfach 601203, 14412 Potsdam. Tel. 0331/288-0. Prof. Schellnhuber, Tel. -2502, E-mail: schellnhuber@pik-potsdam.de
Dr. Bruckner, Tel. -2535
E-mail: bruckner@pik-potsdam.de

(c) 2010 Authors; licensee IÖW and oekom verlag. This is an article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial No Derivates License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.