

Dieser finanzielle Anreiz könnte dazu beitragen, dass die Länder ihre Emissionen so weit wie möglich beschränken und einen kohlenstoffarmen Wirtschaftskurs einschlagen.

Ebenso dringlich, wie die Weltgemeinschaft ein System der Fairness unter den Nationen braucht, braucht sie auch ein System der Fairness innerhalb der Nationen. So sind es nicht die Reichen in Indien, die weniger als ihren global bemessenen Anteil an Emissionen verursachen. Es sind die Armen Inderinnen und Inder, die keinen Zugang zu Energie haben und uns damit Raum zum Atmen lassen. Indien verursachte im Jahr 2005 Emissionen von 1,5 Tonnen pro Jahr und Kopf. Doch verbirgt diese Zahl ein enormes Ungleichgewicht zwischen dem energieintensiven und verschwenderischen städtischen Industriesektor und dem Sektor der energiearmen, genügsamen ländlichen Subsistenzwirtschaft. Schätzungen zufolge nutzen nur 31 Prozent der ländlichen Haushalte Elektrizität. Alle Dörfer Indiens mit Strom zu versorgen, wird eine teure und schwierige Angelegenheit sein. Hier gleich mit einem kühnen Schritt zu netzunabhängigen Lösungen auf der Grundlage von regenerativen Energietechnologien voranzuschreiten, wäre wirtschaftlich am sinnvollsten.

Wenn in Indien Emissionszertifikate pro Kopf zugewiesen würden, so dass die reichen Bürger ihren größeren Energieverbrauch bei den Armen bezahlen müssten, dann würde das Ressourcen freimachen und Anreize dafür schaffen, dass diejenigen, die bisher wenig Energie verbrauchen, emissionsfreie Technologien anwenden. Auf diese Weise würde auch ein Rahmen geschaffen, in dem sich die Nachfrage nach Investitionen in erneuerbare Energien stark beleben würde.

Diese rechthebasierte Agenda ist bei der Meisterung der Aufgaben, vor die uns der Klimawandel stellt, entscheidend. Tatsächlich lehrt uns gerade der Klimawandel, dass wir in einer gemeinsamen Welt leben. Hat der reiche Teil der Welt gestern übermäßige Mengen an CO<sub>2</sub> ausgestoßen, so tun es heute die aufstrebenden Schwellenländer. Wir lernen auch, dass ein Abkommen von Fairness und Gleichheit bestimmt sein muss, damit dieses große gemeinschaftliche Vorhaben gelingen kann.

Carlo C. Jaeger · Julia Jaeger

## Warum zwei Grad?

Der Klimagipfel von Kopenhagen im Dezember 2009 markiert einen Wendepunkt in der globalen Klimapolitik. Die Hoffnung, zügig zu einem Abkommen zu kommen, das die weltweiten Emissionen von Treibhausgasen in absehbarer Zeit wirksam reduzieren könnte, hat sich zerschlagen. Doch das Elend von Kopenhagen hat auch sein Gutes: Die Erwartungen an die internationale Klimadiplomatie können gesenkt werden, sodass die Vielzahl an kompetenten und engagierten Regierungsvertretern, die es sehr wohl gibt, lösbare Aufgaben anpacken können; gleichzeitig können andere Zugänge zu einer globalen Emissionsreduktion gesucht werden, die weitere Akteure ins Spiel bringen.<sup>¶</sup>

Eine bedenkenswerte Einschätzung des enttäuschenden Klimagipfels von Kopenhagen stammt aus der Blogosphäre: „Man kann es auch positiv sehen: Das 2-Grad-Ziel setzt sich in den Köpfen fest, die Öffentlichkeit verfolgt die Klimaentwicklung aufmerksam und es gibt einige Länder, die schon konkrete Schritte zum Klimaschutz eingeleitet haben (unter ihnen Deutschland).“<sup>¶</sup>

Das Zwei-Grad-Ziel besagt, dass die globale Erwärmung langfristig auf höchstens zwei

### Carlo C. Jaeger

Ph. D. (Economics), geb. 1947; Professor an der Universität Potsdam und der Beijing Normal University; Abteilungsleiter am Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK) und Vorsitzender des European Climate Forum; PIK, Telegrafenberg A 31, 14473 Potsdam. carlo.jaeger@pik-potsdam.de

### Julia Jaeger

B.Sc., geb. 1985; Geographin, studierte in Zürich und London; arbeitet gegenwärtig für das Setouchi Art Festival (Japan); lebt in Berlin. julia.jaeger.jaeger@googlemail.com

<sup>¶</sup> Der vorliegende Aufsatz beruht auf unserem Aufsatz Three Views on Two Degrees, European Climate Forum Working Paper 2/2010, Potsdam 2010.

<sup>¶</sup> Monalisa, Ergebnis des Klimagipfels 2009 in Kopenhagen, 30. 12. 2009, online: [www.biobay.de/news/ergebnis-des-klimagipfels-2009-in-kopenhagen](http://www.biobay.de/news/ergebnis-des-klimagipfels-2009-in-kopenhagen) (14. 7. 2010).

Grad Celsius (2°C) über der globalen Mitteltemperatur vor der Industrialisierung beschränkt werden soll. Warum aber 2°C?

Die Antwort lautet ganz ähnlich wie bei der Frage, warum die Geschwindigkeit von Autos im Stadtverkehr normalerweise auf 50 Kilometer pro Stunde begrenzt wird. Würden die Autos viel schneller fahren, wäre das viel zu gefährlich, würden sie viel langsamer fahren, käme der Verkehr zum Erliegen, und vernünftigerweise setzt man eine runde Zahl als Grenzwert. Mit anderen Worten: Auf Dauer profitieren alle davon, wenn sie sich so koordinieren.

Deshalb ist zu begrüßen, dass sich die Klimakonferenz in Kopenhagen wenigstens dazu durchringen konnte, die folgenden, ebenso schwerfällige wie wichtige Formulierung festzuhalten: „Um das letztliche Ziel der Konvention, die Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre auf einem Niveau, das eine gefährliche Störung des Klimasystems vermeidet, zu stabilisieren, zu erreichen, werden wir, in Anerkennung der wissenschaftlichen Sicht, wonach der Temperaturanstieg unter 2° Celsius bleiben sollte, auf der Grundlage von Fairness und im Rahmen nachhaltiger Entwicklung, unser langfristiges Handeln zur Bekämpfung des Klimawandels verstärken.“<sup>¶</sup>

Die Kopenhagener Erklärung, aus der diese Formulierung stammt, ist ebenso wenig ein völkerrechtlich bindendes Dokument wie die Erklärung, in der die G8-Regierungen 2009 feststellten: „Wir erkennen die weit verbreitete wissenschaftliche Sicht an, dass der Anstieg der globalen Mitteltemperatur über vorindustrielle Werte 2°C nicht übersteigen sollte.“<sup>†</sup> Analog verhält es sich mit der Betonung des Zwei-Grad-Ziels durch das Major Economies Forum, zu dem 16 Länder

¶ United Nations Framework Convention of Climate Change (UNFCCC), Report of the Conference of the Parties on its fifteenth session, held in Copenhagen from 7 to 19 December 2009. Addendum, part two: Action taken by the Conference of the Parties at its fifteenth session, 30.3.2010, online: [http://unfccc.int/documentation/documents/advanced\\_search/items/3594.php?rec=j&preref=600005735#beg](http://unfccc.int/documentation/documents/advanced_search/items/3594.php?rec=j&preref=600005735#beg), S. 5 (14.7.2010).

† G8, G8 Leaders Declaration: Responsible Leadership for a Sustainable Future, 8.–10.7.2009, online: [www.g8italia2009.it/G8/Home/Summit/G8-G8\\_Layout\\_locale-1199882116809\\_Atti.htm](http://www.g8italia2009.it/G8/Home/Summit/G8-G8_Layout_locale-1199882116809_Atti.htm), S. 19 (14.7.2010).

und die Europäische Union gehören.<sup>‡</sup> Doch diese Dokumente tragen dazu bei, dass sich das Zwei-Grad-Ziel in den Köpfen festsetzt, und darüber hinaus stärken sie einen wichtigen Interpretationsvorschlag für einen Text, der sehr wohl völkerrechtlich bindend ist: Paragraph 2 der UN-Rahmenkonvention zum Klimawandel. In diesem wird „das letztliche Ziel“ festgehalten, „eine gefährliche Störung des Klimasystems zu vermeiden“.<sup>§</sup>

Die Rahmenkonvention ist von fast allen Ländern der Welt – auch von den USA – ratifiziert worden, also nicht nur von den Ländern, die das Kyoto-Protokoll ratifiziert haben. Sie ist geltendes Völkerrecht. Und auch wenn die Verbindlichkeit des Völkerrechts sehr viel weniger festgefügt ist als die nationaler Gesetze, bleibt das alte römische Prinzip *pacta sunt servanda* (Verträge sind einzuhalten) eine Regel, an welche sich die Weltgemeinschaft im gemeinsamen langfristigen Interesse halten sollte. Deshalb hat die Frage, wie der Ausdruck „gefährliche Störung des Klimasystems“ zu interpretieren sei, eine erhebliche Tragweite. Schon deshalb ist es wichtig, einen Überblick über die Debatte zum Zwei-Grad-Ziel zu gewinnen. Darüber hinaus ist diese Debatte von grundsätzlicher Bedeutung für die weltweite klimapolitische Herausforderung, die eines der großen Themen des 21. Jahrhunderts sein wird.

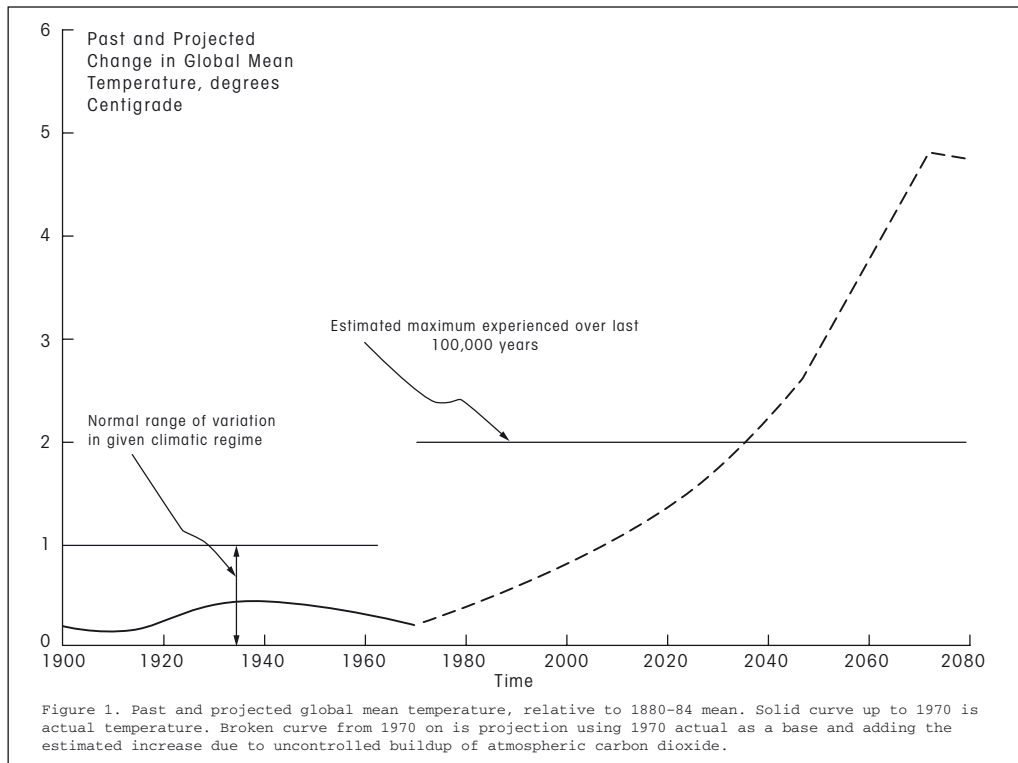
## Eine frühe Intuition

Der erste Vorschlag, 2°C als kritische Grenze für die Klimapolitik zu verwenden, kam 1975 von William D. Nordhaus. Der inzwischen international einflussreichste Klima-Ökonom schrieb damals: „Als erste Annäherung scheint es vernünftig, zu verlangen, dass die Klimawirkungen von Kohlendioxid innerhalb des normalen Bereichs langfristiger Klimaveränderungen bleiben sollten. Gemäß den meisten Quellen liegt der Variationsbereich zwischen verschiedenen Klimaregimes in der Größenordnung von ±5°C, und gegenwärtig befindet

‡ Vgl. Major Economies Forum, Declaration of the Leaders. The Major Economies Forum on Energy and Climate, 9.7.2009, online: [www.whitehouse.gov/the\\_press\\_office/Declaration-of-the-Leaders-the-Major-Economies-Forum-on-Energy-and-Climate](http://www.whitehouse.gov/the_press_office/Declaration-of-the-Leaders-the-Major-Economies-Forum-on-Energy-and-Climate), (4.7.2010).

§ UN, The United Nations Framework Convention on Climate Change, 1992, S. 4, online: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf> (14.7.2010).

## Abbildung 1: Der erste Vorschlag, 2°C als kritische Grenze zu verwenden



Quelle: William D. Nordhaus, *Strategies for the Control of Carbon Dioxide*, Connecticut 1977, S. 3.

sich das globale Klima am oberen Ende dieses Bereiches. Würden die globalen Temperaturen um mehr als 2 oder 3 °C über die heutige Mitteltemperatur steigen, so würde dies das Klima außerhalb des Bereichs der Beobachtungen, die für die letzten mehreren hunderttausend Jahre gemacht wurden, führen.“<sup>7</sup>

Nordhaus ist Amerikaner, doch er entwickelte diese Überlegungen während eines Gastaufenthalts am Internationalen Institut für angewandte Systemanalyse (IIASA) in Österreich. Damit erklärt sich, warum er in Celsius und nicht in Fahrenheit rechnete. Sonst würden wir heute vielleicht vom Vier-Grad-Ziel reden und Fahrenheit meinen. Das entspräche 2,2 °C und wäre – wie wir noch sehen werden – von der Sache her genauso gut wie das Celsius-Ziel. Nordhaus aber blieb auch später beim Celsius-Maß und illustrierte 1977 mit einem Diagramm, wie ohne wirkungsvolle Klimapolitik das Zwei-Grad-Ziel schon

<sup>7</sup> William D. Nordhaus, *Can We Control Carbon Dioxide?*, IIASA Working Paper 75-63, Laxenburg 1975, S. 22f.

vor 2040 überschritten würde (*Abbildung 1*). Dieses Diagramm beweist eindeutig, dass es das Zwei-Grad-Ziel schon seit 25 Jahren gibt und nicht erst seit 1995, wie teilweise prominent behauptet worden ist.<sup>8</sup>

Nordhaus glaubte damals, eine Erwärmung um 2 °C sei etwa gleichbedeutend damit, die vorindustrielle CO<sub>2</sub>-Konzentration zu verdoppeln, und nahm diese Verdoppelung als vorläufige Bezugsgröße. Das tat auch die große Mehrheit der Modellierer, die in den Folgejahren für den Weltklimarat IPCC immer neue Schätzungen der Auswirkungen einer solchen Verdoppelung produzierten. Die Formulierung des Zwei-Grad-Ziels war aber keineswegs

<sup>8</sup> Vgl. Richard S.J. Tol, *Europe's long-term climate target: A critical evaluation*, in: *Energy Policy*, (2007) 35, S. 424-432; Vgl. Michael Oppenheimer/Annie Peterson, *Article 2 of the UNFCCC: Historical Origins, Recent Interpretations*, in: *Climatic Change*, (2005) 73, S. 175-226. Nordhaus selbst erklärte 2010 dem Erstautor des vorliegenden Aufsatzes, er habe zwischenzeitlich seine frühen Überlegungen zum Zwei-Grad-Ziel buchstäblich vergessen. Vgl. auch die Ausführungen zur AGGG weiter unten.

Nordhaus' zentrales Anliegen, er war auch gar nicht sicher, ob seine „erste Annäherung“ Bestand haben würde. Vielmehr erklärte er ausdrücklich, „dass der Weg, auf dem in diesem Abschnitt Standards gesetzt werden, sehr unbefriedigend ist“.<sup>19</sup> Wie wir noch sehen werden, hat er später einen anderen Weg zur Definition klimapolitischer Ziele vorgeschlagen.

Ein Jahrzehnt, nachdem Nordhaus seine erste Vermutung veröffentlicht hatte, wurden genauere Schätzungen vergangener Temperaturen möglich. Dazu wurde in der Antarktis und anderswo Eis aus verschiedenen Schichten gebohrt, da dieses kleine Lufteinschlüsse aus weit zurückliegenden Epochen enthält. Die daraus gewonnenen Daten unterstützen die These, dass die globale Durchschnittstemperatur in den vergangenen 100 000 Jahren nie viel mehr als 2 °C über denen um 1800 lag.

## Idee der Klimakatastrophe

Während mehr als eines Jahrzehnts fristete Nordhaus' Intuition ein unauffälliges Dasein in zwei Arbeitspapieren und der einen oder anderen Diskussion unter Wissenschaftlern. Das änderte sich 1990, im Jahr, in dem der IPCC seinen ersten Sachstandsbericht veröffentlichte. Allerdings war es keineswegs der Weltklimarat, der das Zwei-Grad-Ziel in die breitere Diskussion brachte. Bis auf den heutigen Tag gibt es kein einziges IPCC-Dokument, das dieses Ziel vertreten bzw. begründen würde – dazu ist das Thema viel zu nahe an der politischen Entscheidungsfindung, zu welcher der IPCC gemäß seinem Mandat einen gebührenden Abstand halten soll. 1990 wurde jedoch auch ein einflussreicher Bericht der Advisory Group on Greenhouse Gases (AGGG) veröffentlicht, der entschieden für das Zwei-Grad-Ziel eintrat.<sup>10</sup>

Nordhaus hatte das Zwei-Grad-Ziel mit einer natürlichen Variationsbreite vergangener Klimaschwankungen begründet. In der von

<sup>19</sup> William D. Nordhaus, *Strategies for the Control of Carbon Dioxide*, Connecticut 1977, S. 41.

<sup>10</sup> Vgl. Frank Rijsberman/Robert Swart, *Targets and Indicators of Climate Change*. Report of Working Group II of the Advisory Group on Greenhouse Gases, Stockholm 1990. Die AGGG war ein Beratungsgremium von drei internationalen Organisationen: der Weltorganisation für Meteorologie (WMO), dem Internationalen Rat für die Wissenschaften (ICSU) sowie der UN Entwicklungsorganisation (UNEP).

ihm betrachteten Zeitspanne war es aber sowohl zu einer dicken Eisdecke über großen Teilen Europas gekommen als auch zu Schwankungen des Meeresspiegels von über 100 Metern und in Grönland zu Temperatursprüngen von über 15 °C innerhalb weniger Jahrzehnte – lauter Entwicklungen, welche sich die wenigsten Menschen für die Zukunft wünschen dürften. Entsprechend zog der AGGG-Bericht ein neues Kriterium zur Begründung des Zwei-Grad-Ziels heran: Eine Erwärmung um 2 °C sei eine obere Grenze, jenseits welcher die Risiken schwerer Schäden für Ökosysteme voraussichtlich schnell ansteigen würden.

Während der AGGG-Bericht unter Klimaexperten erhebliche Beachtung fand, entfaltete das Zwei-Grad-Ziel auch durch diesen Bericht keine nennenswerte politische Wirkung. Das änderte sich, als Hans Joachim Schellnhuber, Gründungsdirektor des 1992 gebildeten Potsdam Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) und später Vorsitzender des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltfragen (WBGU), das Thema aufgriff: Im Anschluss an die erste Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention 1995 in Berlin, die von der damaligen Bundesumweltministerin Angela Merkel geleitet wurde, prägte Schellnhuber die Stellungnahme des WBGU mit einer einflussreichen Argumentation zum Zwei-Grad-Ziel.<sup>11</sup> Er betrachtete die geologische Epoche des späten Quartärnär, also ungefähr die vergangenen 800 000 Jahre, und kam zum Schluss: „Diese geologische Epoche hat unsere heutige Umwelt geprägt, mit den niedrigsten Mitteltemperaturen in der Würm-Eiszeit oder Würmzeit (10,4 °C) und den höchsten Mitteltemperaturen während der Eem-Warmzeit (16,1 °C). Wird dieser Temperaturbereich verlassen, sind einschneidende Veränderungen in Zusammensetzung und Funktion der heutigen Ökosysteme zu erwarten. Erweitert man den Toleranzbereich vorsichtshalber noch um jeweils 0,5 °C an beiden Rändern, dann erstreckt sich das tolerierbare Temperaturfenster von 9,9 °C bis 16,6 °C. Die heutige globale Durchschnittstemperatur liegt bei 15,3 °C, sodass der Abstand bis zum tolerierbaren Maximum derzeit nur 1,3 °C beträgt.“<sup>12</sup> Fügt man

<sup>11</sup> Mündliche Mitteilung von Schellnhuber an den Erstautor.

<sup>12</sup> WBGU, Szenario zur Ableitung globaler CO<sub>2</sub>-Reduktionsziele und Umsetzungsstrategien. Stellungnahme zur ersten Vertragsstaatenkonferenz der

die 0,7°C Temperaturzunahme seit Beginn der Industrialisierung hinzu, so entspricht das dem Zwei-Grad-Ziel. Die Beratung der Bundesregierung durch den WBGU hatte weitreichende Konsequenzen. Ein Jahr nach der Berliner Konferenz legte die EU im europäischen Ministerrat das Zwei-Grad-Ziel als offizielles Ziel der europäischen Klimapolitik fest.<sup>13</sup>

Die These, wonach es eine globale Mitteltemperatur gibt, jenseits welcher wichtige Risiken plötzlich anwachsen, hat die Idee einer „Klimakatastrophe“ geprägt. Während das emotionale Gewicht dieser Idee offensichtlich ist, gibt es eine weniger offensichtliche Verbindung zur mathematischen Katastrophentheorie. In dieser Theorie werden Systeme untersucht, bei denen eine allmähliche Veränderung eines kritischen Parameters zunächst das Systemverhalten geringfügig verändert, aber an einem bestimmten Punkt – manchmal *tipping point* genannt – zu einer schlagartigen, „katastrophalen“ Veränderung des Systemverhaltens führt. *Abbildung 2* illustriert diese Situation am Beispiel einer Kugel, die sich in einer Mulde hin und her bewegen kann, die aber plötzlich abstürzt, wenn sie einen kritischen Rand überschreitet.

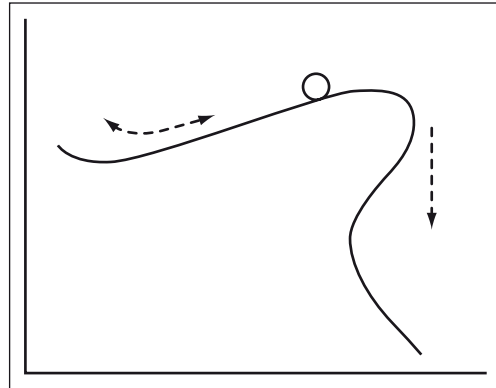
Ein wichtiges Beispiel für die Verbindung zwischen Klimawandel und mathematischer Katastrophentheorie ist ein Muster, das Ozeanographen „die Katastrophenstruktur der thermohalinen Konvektion“ genannt haben.<sup>14</sup> Eine Vielzahl wissenschaftlicher Studien hat gezeigt, dass eine globale Erwärmung dazu führen kann, dass mehr und mehr Süßwasser in den Nordatlantik fließt, bis eine wichtige Ozeanströmung im Nordatlantik (die mit dem Begriff der thermohalinen Konvektion beschrieben wird) plötzlich zusammenbricht. Vor allem in Nordeuropa würde dies zu einer merklichen Abkühlung gegenüber der allgemeinen Erwärmung führen. Eine weniger

Klimarahmenkonvention in Berlin, Berlin 1995, S. 7f. Im Original ist der Satz, der mit „Erweitert man“ beginnt, kursiv gesetzt. Die Eem-Warmzeit dauerte von etwa 125 000 bis etwa 115 000 Jahre vor heute. Die Würm-Eiszeit schloss sich daran an und dauerte bis vor etwa 10 000 Jahren.

<sup>13</sup> Vgl. Europäische Gemeinschaft, Climate Change – Council Conclusions 8518/96 (Presse 188-G) 25/26.6.1996.

<sup>14</sup> Oliver Thual/James C. McWilliams, The catastrophe structure of thermohaline convection in a two-dimensional fluid model and a comparison with low-order box models, in: Geophysical and Astrophysical Fluid Dynamics, 64 (1992) 1–4, S. 67–95.

**Abbildung 2: Zur Idee der Klimakatastrophe**



Quelle: Eigene Darstellung.

mathematische, aber ähnlich einflussreiche These, wonach es einen *tipping point* in der Beziehung zwischen globaler Mitteltemperatur und Klimafolgen gebe, wurde bezüglich der Wasserversorgung formuliert.<sup>15</sup> Dabei wird behauptet, dass bei einer Temperaturerhöhung von 1–2°C über dem vorindustriellen Niveau die Anzahl der Menschen, die unter Wassermangel leiden, von rund 300 Millionen auf über 3 Milliarden ansteigen würde (allerdings beruht diese Abschätzung auf der unwahrscheinlichen Voraussetzung, dass die Menschen keine Maßnahmen zur Verbesserung des Wassermanagements unternehmen).

Solche Argumente verliehen dem Zwei-Grad-Ziel wachsende Plausibilität. So empfahl 2005 eine internationale Gruppe von hochrangigen Entscheidungsträgern und Experten (beraten durch Rajendra Pachauri, dem späteren Vorsitzenden des IPCC), die International Climate Change Taskforce, dass „ein langfristiges Ziel gesetzt wird, um zu verhindern, dass die globale Mitteltemperatur mehr als 2°C (3,6°F) über das vorindustrielle Niveau ansteigt“.<sup>16</sup>

## Wettbewerb von Kosten-Nutzen-Analysen

Nordhaus selbst entwickelte seine Überlegungen zum Klimaproblem in eine andere

<sup>15</sup> Vgl. Martin Parry u. a., Millions at Risk in: Global Environmental Change, (2001) 11, S. 181–183.

<sup>16</sup> International Climate Change Taskforce (ICCF), Meeting the Climate Challenge – Recommendations of the International Climate Change Taskforce, London u. a. 2005.

Richtung. Er versuchte, die Vor- und Nachteile unterschiedlicher klimapolitischer Optionen abzuschätzen, um so jene Optionen zu identifizieren, bei denen die Vorteile die Nachteile am stärksten überwiegen würden. Den Hauptvorteil jeglicher Klimapolitik sah er darin, dass ein größeres Sozialprodukt erwirtschaftet werden könne, wenn Klimaschäden entfallen. Dabei transformierte er nichtmonetäre Schäden (etwa den Verlust einer beliebigen Landschaft) in monetäre Größen (zum Beispiel, indem er sich fragte, wie viel die Menschen zu bezahlen bereit wären, um den jeweiligen Schaden zu vermeiden). Den Hauptnachteil wiederum sah er darin, dass klimapolitische Maßnahmen Ressourcen binden würden, die dann nicht mehr für andere Zwecke zur Verfügung stünden (das gilt auch für fossile Energieträger, die nicht mehr genutzt werden können), wodurch das mögliche Sozialprodukt verkleinert würde. Das führte ihn dazu, eine Klimapolitik als optimal zu empfehlen, die im Jahr 2100 schon deutlich mehr als 2 °C und im folgenden Jahrhundert noch höhere Werte zulässt.<sup>17</sup>

In vielen Bereichen der Umweltpolitik ist die Kosten-Nutzen-Analyse als Standardverfahren vorgeschrieben, und ihre Anwendung auf die Klimapolitik durch Nordhaus hat die Klimadebatte massiv verändert. Insbesondere in den USA ist es praktisch unmöglich, eine Klimapolitik erfolgreich zu vertreten, wenn nicht Kosten und Nutzen nach dem angegebenen Muster abgeschätzt werden. Manche Verfechter des Zwei-Grad-Ziels reagierten darauf, indem sie zu zeigen versuchten, dass diese Marke das Kriterium der Kosten-Nutzen-Analyse erfüllt. Der umfassendste Versuch zu einer Kosten-Nutzen-Analyse, die eine deutlich niedrigere Zieltemperatur ergibt als jene von Nordhaus, ist der Stern-Report (benannt nach seinem Verfasser, dem britischen Ökonomen Sir Nicholas Stern).<sup>18</sup> Als sinnvolles Ziel wird darin eine Treibhausgaskonzentration von 550 ppm<sup>19</sup> CO<sub>2</sub>-Äquiva-

lenten ins Auge gefasst.<sup>20</sup> Inzwischen hat aber eine Reihe von Studien gezeigt, dass 550 ppm zu deutlich mehr als 2 °C führen dürften.<sup>21</sup>

Der Stern-Report von 2007 besagt, dass es etwa ein Prozent des globalen Sozialprodukts kosten würde, das 550-ppm-Ziel zu erreichen. Gleichzeitig würde dadurch aber ein Nutzen von 5 bis 20 Prozent des globalen Sozialprodukts entstehen. Wenn das zutrifft, dann ist die von Stern vorgeschlagene Klimapolitik natürlich besser als gar keine Klimapolitik. Die Frage ist allerdings, ob das die einzigen beiden Möglichkeiten sind. Hier ist nicht der Ort für eine umfassende Diskussion des Stern-Reports.<sup>22</sup> Aber sein großes Verdienst liegt darin, beträchtliche Teile der Wirtschaft davon überzeugt zu haben, dass Klimapolitik sinnvoll ist, da die Kosten-Nutzen-Bilanz anscheinend besser ausfällt als bei Nichtstun. Im hier diskutierten Zusammenhang ist es jedoch entscheidend, dass der Report keine Kosten-Nutzen-Analyse vorlegt, die eine Beurteilung des Zwei-Grad-Ziels ermöglichen würde.

Es ist auch keineswegs gesagt, dass die Kosten-Nutzen-Analyse eine sinnvolle Methode zur Beurteilung globaler Klimapolitik ist. Vielmehr gibt es gewichtige Gründe, das zu bezweifeln.<sup>23</sup> Einer ist die Tatsache, dass Milliarden von Menschen die Bedeutung materiellen Wohlstands, bestimmter Landschaftsbilder oder anderer Menschenleben ganz unterschiedlich beurteilen. Es ist ein wichtiges Ergebnis der modernen Ökonomie, dass es keine Möglichkeit gibt, derart unterschiedliche Präferenzen zu einem einzigen Nutzenmaß zusammenzufassen. Das von statistischen Ämtern erfasste Sozialprodukt als Annäherung an ein nicht existierendes Maß zu verwenden, ist auf jeden Fall kein sinnvolles Verfahren.

<sup>17</sup> Vgl. William D. Nordhaus/Joseph Boyer, *Warming the World: Economic Models of Global Warming*, Cambridge, MA 2000, S. 140.

<sup>18</sup> Nicholas Stern, *The Economics of Climate Change: The Stern Review*, Cambridge 2007.

<sup>19</sup> Der englische Ausdruck „parts per million“ (ppm, zu deutsch „Teile von einer Million“) steht für die Zahl 10<sup>-6</sup> und wird in manchen Wissenschaften für den millionsten Teil verwendet, so wie Prozent für den hundertsten Teil steht.

<sup>20</sup> CO<sub>2</sub>-Äquivalente fassen CO<sub>2</sub> und andere Treibhausgase zusammen, wobei entsprechende Umrechnungsfaktoren benutzt werden.

<sup>21</sup> Vgl. Malte Meinshausen u. a., *Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2 °C*, in: *Nature*, (2009) 458, S. 1158–1162.

<sup>22</sup> Für einige wichtige Aspekte vgl. Carlo C. Jaeger/Hans Joachim Schellnhuber/Victor Brovkin, *Stern's Review and Adam's Fallacy*, in: *Climatic Change*, (2008) 89, S. 207–218.

<sup>23</sup> Vgl. Paul Baer/Clive L. Spash, *Cost-Benefit Analysis of Climate Change: Stern Revisited, Socio-Economics and the Environment in Discussion (SEED)*, CSIRO Working Paper Series 2008–07, Canberra May 2008.

Ein zweiter Grund ist die Tatsache, dass Menschen keineswegs wohldefinierte Präferenzen für alle erdenklichen Ereignisse haben. Vielmehr entwickeln und verändern wir unsere Wünsche, Bedürfnisse und ethischen Überzeugungen im Laufe unseres Lebens durch die Auseinandersetzung mit neuen Problemen. In diesem Sinne ist es angesichts des Klimaproblems mindestens so wichtig, die Bildung neuer Präferenzen in gemeinsamen Lernprozessen zu fördern, wie zu versuchen, aus bestehenden Präferenzen eine optimale Klimapolitik abzuleiten.

## Ein ernstes Koordinationsspiel

Die Vielzahl unterschiedlicher Präferenzen, die bei einer Kosten-Nutzen-Analyse des Zwei-Grad-Ziels zu berücksichtigen wären, bietet auch einen Schlüssel zur Beantwortung der Frage, wieso dieses Ziel schrittweise immer breiter akzeptiert worden ist. Dazu ist es wichtig, sich ein Koordinationsspiel zu vergegenwärtigen: Stellen wir uns vor, zwei Dutzend Leute aus der ganzen Welt, die sich nicht kennen, erhalten folgende Information: Nächsten Samstag werden Sie einzeln nach Paris geflogen und an unterschiedlichen Orten dieser Stadt abgesetzt. Wenn Sie es schaffen, sich Sonntagmittag zu treffen, erhält jeder ein Rückflugticket und eine Million Euro. Wenn nicht, erhalten Sie nichts und müssen ihren Heimweg auf eigene Faust antreten. Was ist in dieser Situation zu tun?

Die Chance, dass sich die Gruppe Sonntagmittag unter dem Eiffelturm treffen wird, ist bemerkenswert groß. Spieltheoretiker nennen den Eiffelturm in diesem Zusammenhang einen „fokalen Punkt“. Die zu Beginn erwähnte Geschwindigkeitsbeschränkung auf 50 Kilometer pro Stunde in vielen Städten ist ebenfalls ein fokaler Punkt. Eine einheitliche Geschwindigkeitsbeschränkung ist sinnvoll, um Unfälle zu vermeiden, und die Erfahrung zeigt, dass eine solche Beschränkung sinnvoller Weise nicht gut unter 30 oder über 70 Stundenkilometern liegen sollte. 50 ist dann einfach eine runde Zahl, die den Zweck erfüllt – und dadurch Menschenleben rettet.

Es ist lehrreich, sich die Rolle von Wissenschaftlern bei der Festlegung von Geschwindigkeitsbegrenzungen zu vergegenwärtigen.

Wissenschaftler können vielfältige Erkenntnisse und Vermutungen zu den Auswirkungen unterschiedlicher Geschwindigkeiten beisteuern, und das ist zweifellos nützlich und oft unentbehrlich. Hingegen ist es ganz unnötig, eine wissenschaftliche Begründung für den exakten Wert der Geschwindigkeitsbegrenzung zu finden, die über das Verständnis fokaler Punkte in Koordinationsspielen hinausgeht. So haben während mehrerer Jahrzehnte Intuitionen, Einwände und Einsichten dazu geführt, dass 2 °C ein fokaler Punkt in der Klimadebatte geworden ist. 4 ° Fahrenheit wären genauso gut, aber 1,5 °C oder eine Verbindung mit weiteren Indikatoren wie Temperaturanstieg pro Dekade wären weniger geeignet. 1 °C scheint unsinnig, weil völlig unklar ist, was wir dann tun sollten, da wir schon 0,7 °C hinter uns haben und die verbleibenden 0,3 °C kaum mehr zu beeinflussen sind. 5 °C scheint doppelt unsinnig: Dies würde für mehrere Jahrtausende einen immer weiter ansteigenden Meeresspiegel um letztlich 50 und mehr Meter bedeuten, und es gibt dann gar keinen Handlungsbedarf, also auch kein Koordinationsproblem. 2 °C hingegen ist eine deutliche Aufforderung zum Kurswechsel, und wird auch so verstanden.

Zum Eiffelturm zu fahren, wenn man schon einmal in Paris ist, ist keine große Kunst, und dabei noch eine Million Euro zu verdienen, wäre ein hübsches Spiel. Doch das Klimaproblem gehört in diesem Jahrhundert zum Ernst des Lebens, und das Zwei-Grad-Ziel wird nur auf einem Weg mit vielen Hindernissen und Überraschungen zu erreichen sein. Dazu braucht es keinen festgefügtten Masterplan, sondern eine Strategie, welche die eigene Lernfähigkeit bewusst einsetzt.

## Fünf Elemente einer Strategie für 2 °C

Ein Hauptgrund für das Debakel von Kopenhagen liegt darin, dass alle maßgebenden Akteure die globale Klimapolitik für die unmittelbare Zukunft als Nullsummenspiel betrachten. Konkret heißt das, dass jede Nation und Nationengruppe davon ausgeht, dass Emissionsreduktionen kurzfristig zu Wohlstandsverlusten führen. So werden die Klimaverhandlungen zu einem Schwarzer-Peter-Spiel, bei dem derjenige den Schwarzen Peter zieht, der die größten Emissionsreduktionen akzeptieren muss. So ergibt sich eine

weitgehende Blockierung der internationalen Klimapolitik.

Zweifelloso gibt es Länder, für die eine kurzfristige Emissionsreduktion schnell zu Wohlstandsverlusten führt, man denke etwa an das kohlereiche Polen. Und es gibt wohl kein Land, das von heute auf morgen seine Emissionen auf Null reduzieren könnte, ohne drastische Wohlstandsverluste hinnehmen zu müssen. Aber das heißt keineswegs, dass es keine Länder gibt, die einen Reduktionspfad im Sinne des Zwei-Grad-Ziels gehen und dabei ihren Wohlstand steigern können. Mit anderen Worten: Es gibt Länder, denen klimapolitische *Win-win*-Strategien offenstehen. Deutschland ist ein solches Land.<sup>24</sup>

Ein geeigneter Ansatz für die Erreichung des Zwei-Grad-Ziels ist deshalb das Prinzip der gemeinsamen, aber differenzierten Verantwortung, das in Paragraph 3 der Klimarahmenkonvention wie folgt formuliert wird: „Die Parteien sollen das Klimasystem für das Wohl der gegenwärtigen und zukünftigen Generationen der Menschheit schützen, auf der Basis von Fairness und in Übereinstimmung mit ihren gemeinsamen, aber differenzierten Verantwortungen und jeweiligen Fähigkeiten. Dementsprechend sollen die entwickelten Länder die Führung im Kampf gegen den Klimawandel und dessen Folgeschäden übernehmen.“<sup>25</sup> Es ist aber entscheidend, dieses Prinzip nicht nur abstrakt zu formulieren, sondern es auf konkrete Strategien zu beziehen, da es sonst zum erwähnten Schwarzer-Peter-Spiel kommt. Deshalb heißt das erste Element einer wirksamen Strategie im Sinne des Zwei-Grad-Ziels:

1. Die Führungsrolle wird von den Nationen und sonstigen Akteuren übernommen, denen es gelingt, *Win-win*-Strategien der Emissionsreduktion zu entwickeln.

In diesem Sinne ist es zum Beispiel sinnvoll, wenn die EU ihre Emissionen bis 2020 tatsächlich um 30 Prozent reduziert, und zwar einerseits unabhängig davon, was andere tun, und andererseits so, dass in Europa zusätzliche Beschäftigung und Wohlstand geschaffen werden. Das Zwei-Grad-Ziel bedeutet aber

nicht einfach irgendwelche Emissionsreduktionen, sondern langfristig Reduktionen auf beinahe Null. Denn die globale Mitteltemperatur kann nur dann stabilisiert werden, wenn wir jährlich nicht mehr Treibhausgase emittieren, als die Ozeane pro Jahr aufnehmen können. Schon heute sind jedoch die globalen Emissionen etwa viermal so groß. Deshalb ist das zweite Element der gesuchten Strategie:

2. Die Aufgabe der führenden Akteure ist es, *Win-win*-Strategien für eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um 80 Prozent und mehr zu entwickeln.

Solche Strategien sind volkswirtschaftlich möglich, wenn eine Wirtschaft erhebliche ungenutzte Ressourcen hat, die durch eine kluge Klimapolitik mobilisiert werden können. Für die Welt als Ganzes ist das offensichtlich der Fall, da von rund vier Milliarden Menschen, die in der Lage wären, in der heutigen Weltwirtschaft aktiv mitzuwirken, kaum die Hälfte real zum Zuge kommt. Über zwei Milliarden Menschen leben in einem Zustand der Unterbeschäftigung oder der ungeschützten Arbeitslosigkeit in wirtschaftlich stagnierenden ländlichen Gebieten oder in den Elendsvierteln ungezählter Städte.

Doch auch in einem Land wie Deutschland ist die Arbeitslosigkeit viel größer, als sie sein müsste, die Investitionen geringer, als sie sein sollten. Da der technische Fortschritt im Wesentlichen an *learning by doing* durch Investitionen gebunden ist, bestehen in Deutschland auch beträchtliche ungenutzte Kapazitäten zur *Know-how*-Entwicklung.

3. Nach der Finanzkrise 2008/2009 kann in manchen Ländern die Perspektive einer nachhaltigen Entwicklung genutzt werden, um durch geeignete Anreize einen Investitionsschub auszulösen.

Nach der Weltwirtschaftskrise von 1929 hat die Perspektive des Wettrüstens und dann des Krieges die notwendige Ankurbelung der Investitionen auf verhängnisvolle Weise realisiert. Zum Glück gibt es heute dazu eine sehr viel sinnvollere Alternative: die Perspektive einer nachhaltigen Entwicklung.

4. Es muss für den Fall vorgesorgt werden, dass im Laufe dieses Jahrhunderts CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre entnommen werden muss.

<sup>24</sup> Vgl. Carlo C. Jaeger/Gustav Horn/Thomas Lux, Wege aus der Wachstumskrise, Berlin 2009.

<sup>25</sup> UNFCCC (Anm. 6), S. 5.

Es ist möglich, die globalen Treibhausgasemissionen innerhalb weniger Jahrzehnte praktisch auf Null zu reduzieren, so wie es möglich ist, im selben Zeitraum eine weitgehende nukleare und konventionelle Abrüstung zu realisieren. Beides ist aber ähnlich unwahrscheinlich. Deshalb muss eine Strategie für das Zwei-Grad-Ziel auch für den Fall vorsorgen, dass wir im Laufe dieses Jahrhunderts CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre entnehmen müssen – etwa durch Aufforstung, durch Verbrennen von Biomasse mit Abscheidung und unterirdischer Speicherung des dabei entstehenden CO<sub>2</sub> und durch andere, zum Teil noch unbekanntere Verfahren.

5. Treibhausgasemissionen müssen einen Preis haben. Die damit verbundenen Erlöse müssen genutzt werden, um emissionsenkende Innovationen zu entwickeln und die Herausforderungen realer Klimaveränderungen zu meistern.

Wie sich der Klimawandel in den nächsten Jahrzehnten im Einzelnen auswirken wird, ist kaum vorherzusagen. Doch man weiß, dass über die kommenden Jahrhunderte eine Erwärmung um wenige Grad den Meeresspiegel um mehrere Meter ansteigen lassen kann. Auch ist bekannt, dass es zwar einzelne Gegenden gibt, die von den Klimaveränderungen vermutlich profitieren werden, viele Gebiete aber vor große Herausforderungen gestellt werden. Diese lassen sich meistern, doch dazu braucht es Ressourcen, die von sozialer Solidarität über technisches *Know-how* bis zu Finanzmitteln reichen.

Die entscheidende Aufgabe besteht darin, zu zeigen, dass Nationen, Städte, Branchen, Unternehmen ihre Treibhausgasemissionen so reduzieren können, dass sie eben dadurch wirtschaftlich besser dastehen. Ein globales Klimaregime wird sich als ein komplexes System entwickeln, das globale Abkommen mit regionalen und sektoralen Initiativen verbindet. Nach einigen Jahrzehnten mag dann der fokale Punkt aufgrund neuer Erfahrungen neu definiert werden. Doch um die nötigen Erfahrungen zu sammeln ist das Zwei-Grad-Ziel nicht nur gut genug, sondern auch der beste Fokus, der gegenwärtig verfügbar ist.

Silke Beck

## Vertrauen geschmolzen? Zur Glaubwürdigkeit der Klimaforschung

Noch im Sommer 2009 hätte wohl kaum jemand für möglich gehalten, dass der „Zwischenstaatliche Ausschuss für Klimaveränderungen“ (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), allgemein bekannt als Weltklimarat,<sup>1</sup> kurze Zeit später so massiv in die Kritik geraten könnte. Die Schärfe der gegen ihn gerichteten Angriffe ist auf den ersten Blick verwunderlich, da es dem Rat bislang gelungen ist, im Namen der globalen Wissenschaft mit einer Stimme zu sprechen und sich den Ruf als die wissenschaftliche Autorität für Klimapolitik schlechthin zu erwerben. Der IPCC hat in den vergangenen zwei Jahrzehnten vier umfassende Sachstandsberichte veröffentlicht und wurde 2007 – zusammen mit dem ehemaligen amerikanischen Vize-Präsidenten Al Gore – mit dem Friedensnobelpreis ausgezeichnet. Schlagzeiten wie „Eiskalt geirrt“ und „Die Wolkenschieber“<sup>2</sup> zeugen je-

**Silke Beck**

Dr. rer. soc., geb. 1966; Senior Scientist am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ, Permoserstraße 15, 04318 Leipzig. [silke.beck@ufz.de](mailto:silke.beck@ufz.de)

*Dieser Artikel ist im Rahmen des Projekts „Nested Networks: Neue Formen der Governance der globalen Umweltforschung“ entstanden, das im Rahmen der Initiative „Neue Governance der Wissenschaft“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert wird.*

<sup>1</sup> Der IPCC wurde 1988 von der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) in Kooperation mit dem Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) ins Leben gerufen. Er hat die Aufgabe, den Stand der Forschung zum Treibhauseffekt, zu seinen beobachteten und projizierten Auswirkungen und zu den politischen Reaktionsmöglichkeiten (Anpassungs- und Minderungsoptionen) umfassend, objektiv, offen und transparent zusammenzutragen und zu bewerten. Vgl. Selbstdarstellung des IPCC, online: [www.de-ipcc.de/de/119.php#Wer\\_ist\\_IPCC](http://www.de-ipcc.de/de/119.php#Wer_ist_IPCC) (28.6.2010).

<sup>2</sup> Stefan Schmitt, Eiskalt geirrt, in: Die Zeit, Nr. 5 vom 28.1.2010, online: [www.zeit.de/2010/05/UFZ-IPCC](http://www.zeit.de/2010/05/UFZ-IPCC) (28.6.2010); Marco Evers/Olaf Stampf/Gerald