

Die Klimalösung – Zwei Notwendigkeiten des Zwei-Grad-Ziels

von [Anders Levermann](#), 10. Mai 2008, 13:45

Wir müssen gefährlichen Klimawandel vermeiden und dafür unter zwei Grad globaler Erwärmung bleiben. So lautet seit 1996 das politische Ziel der Europäischen Union^[1]. Es basiert auf der Hoffnung, dass in diesem Fall die Folgen und Risiken des Klimawandels in Grenzen gehalten werden (KlimaLounge: „[Sicherheitsrisiko Klimaspiralen](#) - ...“). Praktische Aspekte der Einhaltung dieses Ziels sind sicher kompliziert. Es gibt jedoch zwei Säulen – relativ simple Wahrheiten - an denen sich diese Details orientieren müssen und sie bestimmen die Richtung, in die es gehen muss.

Die erste unbequeme Wahrheit – Praktisch emissionsfrei bis Ende des Jahrhunderts

Stellen Sie einen Eimer unter einen Wasserhahn. Solange Wasser läuft füllt sich der Eimer. Irgendwann ist er voll und läuft über. Sie können den Wasserhahn etwas zudrehen. Dann dauert es länger bis der Eimer voll ist, aber überlaufen wird er trotzdem - nach einer gewissen Zeit. Mit der Treibhausgaskonzentration der Atmosphäre verhält es sich ähnlich. Solange Kohlendioxid ausgestoßen wird, solange wird es sich in der Atmosphäre anhäufen.

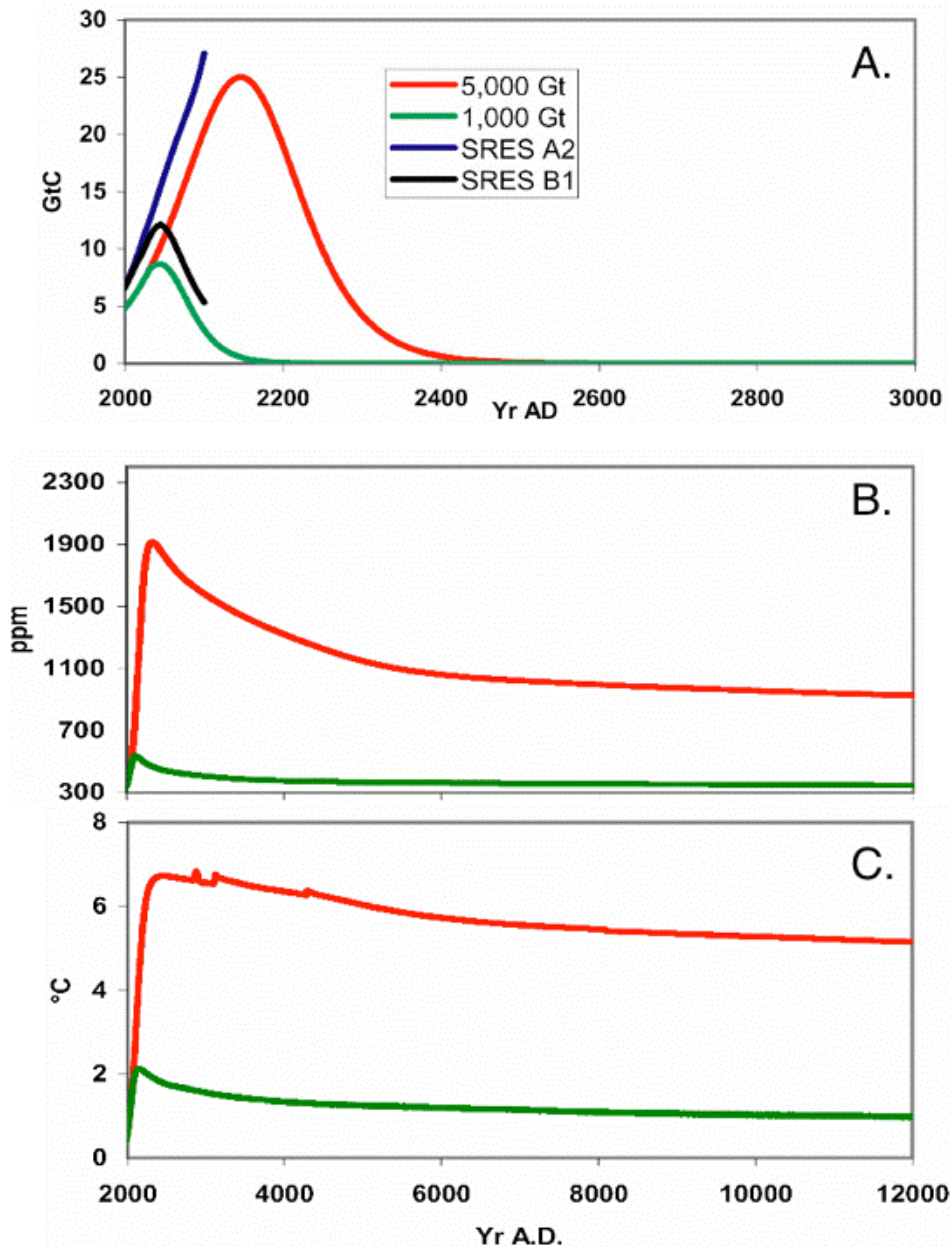
Dies gilt, falls der Eimer kein Loch hat. Derzeit nehmen Landvegetation und Ozeane fast die Hälfte des vom Menschen ausgestoßenen Kohlendioxids auf (KlimaLounge: „[Keine Angst vor den Ozeanen](#)“). Nur die übrigen 56% tragen zur Erwärmung bei. Es gibt also ein Loch im Eimer. Leider läuft das Wasser aus diesem Loch nicht in ein unendlich großes Reservoir, sondern einfach nur in einen anderen Eimer, der sich auch füllt. Die Aufnahmekapazitäten von Ozean und Landvegetation sind begrenzt und wir kennen sie nicht präzise.

Diese Unsicherheit ändert aber an einer zentralen Wahrheit nichts. Das Klimasystem besitzt nahezu keine permanenten Senken für Kohlendioxid. Irgendwann wird die Rate, mit der CO₂ aus der Atmosphäre in andere Komponenten des Klimasystems übergeht und damit nicht mehr zur weiteren Erwärmung beiträgt, die gleiche sein, mit der die fossilen Brennstoffe entstanden sind. Das dauerte Hunderte von Millionen Jahre.

Eindrucksvoll wird dies in einem Artikel von David Archer und Victor Brovkin in der nächsten Ausgabe der Fachzeitschrift [Climatic Change](#) gezeigt (Grafik 1). Selbst nachdem die Kohlendioxid-Emissionen verschwunden sind, bleibt ein großer Teil des Treibhausgases für viele Jahrtausende in der Atmosphäre. Weil Ozean und Landvegetation eine endliche Aufnahmekapazität haben, hängt die Restmenge des Kohlendioxids in der Atmosphäre nach sagen wir 10,000 Jahren, von der Gesamtmenge des Ausstoßes ab. Je mehr emittiertes CO₂ desto mehr ist auch nach langer Zeit noch da. So einfach ist das leider.

Praktisch bedeutet dies, dass eine Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen und damit der Temperatur nur möglich ist, wenn wir die Emissionen auf praktisch Null

verringern. Das ist keine radikal politische Forderung, sondern eine relativ gradlinige Konsequenz aus dem derzeitigen Verständnis des Kohlenstoffzyklus der Erde



Grafik 1: Zwei mögliche Zukunftsszenarien Rot: Alle bereits gefundenen fossilen Brennstoffe werden verbrannt und Grün: Der Ausstoß ist durch das Zwei-Grad-Ziel begrenzt. **A:** Kohlendioxid-Ausstoß (die nächsten 1000 Jahre), **B:** Resultierende Kohlendioxid-Konzentration in der Atmosphäre (die nächsten 10.000 Jahre) und **C:** Resultierende Temperaturerhöhung (die nächsten 10.000 Jahre). Obwohl noch Unsicherheiten bezüglich der genauen Zahlen bestehen, sind die Hauptaussagen klar: (1)

Kohlendioxid bleibt für eine lange Zeit in der Atmosphäre und (2) Die Temperatur kann nur bei praktisch Null Emissionen stabilisiert werden (aus Archer & Brovkin, 2008).

Die zweite unbequeme Wahrheit – Baldige Umkehr

Wie viel Zeit haben wir für eine signifikante Reduktion? In den letzten 100 Jahren ist die Temperatur um etwa 0.7 ± 0.1 Grad angestiegen. Die Meeresoberfläche hat dabei noch nicht die Temperatur erreicht, die sie eigentlich haben müsste, wäre das Klima bereits im Gleichgewicht[2]. Das bedeutet, dass selbst bei einer sofortigen Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen auf dem derzeitigen Niveau die globale Oberflächentemperatur noch um etwa 0.6 Grad ansteigen würde. Dieses sogenannte „warming commitment“ bringt uns in den Bereich von 1.3 ± 0.1 Grad über vorindustriellen Temperaturen. Bis zu den zwei Grad bleibt nicht mehr viel Raum.

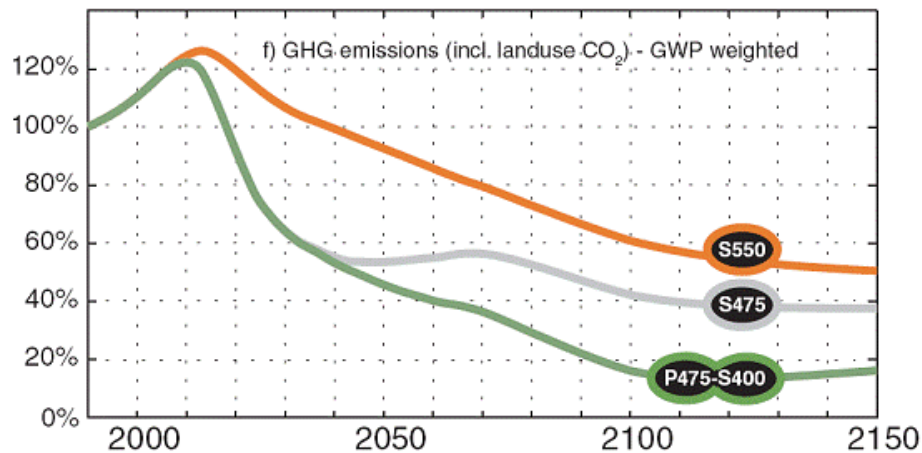
Derzeit steigt der Ausstoß global weiter an - ein Anstieg des Anstiegs der Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre. Um das zwei Grad Ziel nicht drastisch zu überschreiten müssen diese globalen Emissionen schnell und signifikant reduziert werden – bis 2050 um etwa die Hälfte des Ausstoßes von 1990 (Grafik 2). Es könnten auch nur 40% sein; vielleicht benötigen wir auch 70% Reduktion[3]. Diese Spanne hat im Wesentlichen zwei Gründe.

Zum einen gibt es noch eine gewisse Unsicherheit bei der Übersetzung von Treibhausgaskonzentration in globale Erwärmung. Die relevante Zahl ist hier die sogenannte Klimasensitivität, die angibt, um wie viel die globale Oberflächentemperatur ansteigt, wenn man den Kohlendioxid-Gehalt der Atmosphäre im Vergleich zum vorindustriellen Wert auf 560 ppm[4] verdoppelt. Der wahrscheinlichste Wert ist 3 Grad – vielleicht ist es ein Grad mehr oder weniger (KlimaLounge „[Der Hansen-Faktor](#)“). Die zweite Unsicherheit rührt aus den Rückkopplungen im Kohlenstoffkreislauf der Erde. Was geschieht mit der Landvegetation, was mit den Algen im Meer? Wie viel Kohlenstoff kann der Ozean noch aufnehmen, wie verändern sich die Hauptaufnahmegebiete in Nordatlantik und Südlichen Ozean? Fragen wie diese werden unter Klimaforschern lebhaft diskutiert und schränken die Genauigkeit der Aussage derzeit noch ein.

Aber hat das wirklich Konsequenzen für die politischen und ökonomischen Folgerungen? In der Quintessenz ist es nicht entscheidend, ob wir tatsächlich um 40% oder 70% reduzieren müssen. Denn was all diese Zahlen bedeuten, ist folgendes. Wir müssen die Umkehr in eine praktisch emissionsfreie Welt innerhalb der nächsten 10-20 Jahre einleiten. Wenn wir bis 2050, wie es Frau Merkel fordert, jedem Erdenbürger die gleiche Menge an Treibhausgasausstoß zugestehen[5], dann bedeutet eine globale Reduktion um 50% in der Tat etwa 80% für Europa. Die USA müssen um ~90% reduzieren.

Das wiederum heißt aber, dass diese Gesellschaften bis zur Mitte des Jahrhunderts bereits einen sehr weiten Weg in Richtung Emissionsfreiheit zurückgelegt haben müssen. Wen interessiert es dann noch ob es mal 40% waren oder 70%? Wenn wir den Stein bis 2050 auf die Spitze des Berges gerollt haben, dann rollt er von alleine weiter. Genau wie

mittlerweile in Windenergie nicht mehr nur aus ökologischen Gründen sondern aus rein wirtschaftlichen investiert wird. Die Zweite Industrielle Revolution - die Einführung von Computern in unsere Gesellschaft – hat viele Umstrukturierungen mit sich gebracht, aber sie war sicher nicht schlecht für die Wirtschaft. Spätestens seit dem Bericht des ehemaligen Weltbank Chefökonom Sir Nicolas Stern im November 2006 und dem IPCC Bericht vom Mai 2007 wissen wir, dass die Einhaltung des Zwei-Grad-Ziels wesentlich besser für die wirtschaftliche Entwicklung ist als nichts zu tun[6]. Aber für die Dritte Industrielle Revolution bedarf es eines Anstoßes. Es ist kein kleines Unterfangen aber es gibt keine Alternative



Grafik 2 Benötigte Emissionsreduktion zur Einhaltung des Zwei-Grad-Ziels relativ zum Ausstoß von 1990. Im grünen Szenario würde das Zwei-Grad-Ziel mit deutlich über 50% Wahrscheinlichkeit eingehalten, im grauen mit um die 50% Wahrscheinlichkeit und im roten mit unter 25% (aus Meinshausen, 2006).

Aktueller Bezug

Archer & Brovkin, 2008, *Millennial atmospheric lifetime of anthropogenic CO₂*, [Climatic Change, 88](#), (online first), (Vordruck).

Artikel zum Thema

Meinshausen, M., Kapitel 28 im Buch: Schellnhuber, H.J. et al. (Eds.), 2006. [Avoiding Dangerous Climate Change](#). Cambridge University Press.

Matthews, H. D., and Caldeira, K., 2008, [Stabilizing climate requires near-zero emissions](#) Geophys. Res. Lett., 35, L04705.

Politikpapier [Neue Impulse für die Klimapolitik: Chancen der deutschen Doppelpräsidentschaft nutzen](#) des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU), 2007.

Stern, N., 2007, [The Economics of Climate Change, The Stern Review](#), Cambridge University Press.

[Vierter Sachstandsbericht des Intergovernmental Panel on Climate Change](#), 2007, 3. Arbeitsgruppe [Nachhaltige Lösungen](#). Hierin speziell die [Zusammenfassung](#).

[1] Beschluss des 1939. EU Council Treffens von 1996. In [dieser UNFCCC Konvention](#) wurde zuvor im Artikel 2 erklärt, daß *gefährliche anthropogene Intervention in das Klimasystem* vermieden werden muss.

[2] Im Ozean werden große Wärmemengen in die Tiefe transportiert. Man kann sagen der tiefe Ozean kühlt die Meeresoberfläche bis er sich selbst entsprechend der globalen Erwärmung aufgeheizt hat.

[3] Alle Reduktionswerte beziehen sich auf das Emissionslevel von 1990 dem Referenzpunkt des Kyoto Protokolls.

[4] Die CO₂ Konzentration 560 ppm (parts per million) bedeutet 560 Anteile CO₂ in einer Millionen Anteile Luft.

[5] Die sogenannte *Cap and Convergence* Strategie begrenzt den globalen Ausstoß von Treibhausgasen (Cap) und gleicht die globalen Unterschiede im Pro-Kopf-Ausstoß während einer Übergangszeit (z.B. bis 2050) aus (Convergence).

[6] Obwohl weder die dritte Arbeitsgruppe des IPCC noch Sir N. Stern mögliche große Überraschungen wie die Klimaspiralen berücksichtigt haben, kommen sie zu dem Schluss, dass nur die Einhaltung des Zwei-Grad-Ziels die Kosten des Klimawandels in einem vertretbaren Maß hält.