Heisses Spiel mit dem Erdball

Bald beginnen in Kopenhagen die Verhandlungen über ein neues Klima-Abkommen. Die Erwärmung der Erde um höchstens 2 Grad ist das Beste, was wir erreichen, und das Schlimmste, was wir tolerieren können. *Von Reto Knutti*

Braunkohle-Kraftwerk Boxberg in der Lausitz (Sachsen): Das Klimaproblem ist lösbar, doch dazu braucht es neue Technologien und innovative Ideen.

Die Welt schaut gespannt nach Kopenhagen. In einer Woche beginnen dort die Verhandlungen darüber, wie die Emissionen von Treibhausgasen nach 2012 reduziert werden sollen, nachdem das Abkommen von Kyoto abgelaufen ist. Die Erwartungen sind gedämpft, dafür sind die Hoffnungen umso grösser. Über hundert Staaten haben sich bereits im Vorfeld der Konferenz dafür ausgesprochen, die globalen Temperaturen um höchstens 2 Grad Celsius gegenüber der vorindustriellen Zeit ansteigen zu lassen. Wie realistisch dieses Ziel ist, hängt vom politischen Willen der beteiligten Länder ab. Wir Klimaforscher können ihnen nur die Grundlagen für ihre Entscheide liefern.

Je höher die Temperatur ansteigt, desto dramatischer sind die Folgen. Die Schäden nehmen überproportional zu, und die Auswirkungen sind je nach Region und Sektor sehr unterschiedlich. Es gibt keine klare Grenze, die eine gefährliche Klimaänderung von einer ungefährlichen trennt. So ist es zum Beispiel schwierig, den Schaden zu bestimmen, der entsteht, wenn eine Tierart ausstirbt. Auch mit viel Geld kann ein solcher Verlust nicht rückgängig gemacht werden. Die Temperaturerhöhung um maximal 2 Grad stellt deshalb eine subjektiv gewählte Schwelle dar. Selbst eine Erwärmung von 2 Grad hat deutliche Auswirkungen und erfordert weitreichende Anpassungen, eine Erwärmung von 3 bis 6 Grad hätte gar fatale Folgen. Das plakative 2-Grad-Ziel ist vielleicht das Beste, was wir erreichen, und gleichzeitig das Schlimmste, was wir tolerieren können. Es ist nicht an der Klimaforschung, die Zahl 2 zu verteidigen, trotzdem kann sie den Weg zu diesem Ziel aufzeigen.

Reto Knutti

Der Physiker Reto Knutti ist Assistenzprofessor am Institut für Atmosphäre und Klima der ETH Zürich. Er erforscht Veränderungen im globalen Klimasystem, die durch den steigenden menschlichen Ausstoss von Treibhausgasen entstehen. Knutti ist Mitautor des neuesten IPCC-Klimaberichts der Uno und bloggt auf www.klimablog.ethz.ch. *(pim.)*

Der Budget-Ansatz

Die Erwärmung seit der vorindustriellen Zeit um 1850 beträgt rund 0,8 Grad. Weitere 0,6 Grad sind nicht zu vermeiden, selbst wenn wir die heutigen Konzentrationen aller Treibhausgase in der Atmosphäre konstant halten könnten. Einen grossen Teil der Erwärmung von 2 Grad haben wir also schon verursacht. Wie viel Ausstoss an CO_2 wir uns im Rahmen des 2-Grad-Ziels noch leisten können, haben kürzlich einige wegweisende Studien mit Beteiligung der ETH Zürich berechnet. Die Untersuchungen zeigen, dass ein Teil der CO_2-Emissionen über viele Jahrhunderte in der Atmosphäre verbleibt. Damit sind wir letztlich mit einem Endlagerungs-Problem konfrontiert, ganz ähnlich wie beim Umgang mit nuklearem Abfall. Jede ausgestossene Tonne CO_2 ist eine Tonne CO_2, ob heute oder in 20 Jahren, ob bei uns oder in China. Und sie wird über sehr lange Zeit Schaden anrichten. Das bedeutet: Massgebend ist nicht unser Ausstoss heute, sondern die insgesamt ausgestossene Menge CO_2 über den ganzen Zeitraum und die ganze Welt.

Diese Tatsache ist den meisten Politikern und selbst vielen Wissenschaftern nicht bewusst, sie vereinfacht aber die Diskussion um die CO_2-Reduktionsziele. Demnach lassen sich die insgesamt erlaubten Emissionen als fixe Grösse betrachten, die wie das Finanzbudget einer grossen Firma aufgeteilt werden kann. Wer zu Beginn des Jahres viel ausgibt, hat später weniger zur Verfügung. Jede Mehrausgabe für ein Projekt erfordert Abstriche anderswo. Analog dazu kann die Klimaforschung nur das CO_2-Budget bestimmen. Bei der konkreten Verteilung dieses Budgets zwischen den Ländern sowie seiner zeitlichen Nutzung müssen politische, finanzielle, gesellschaftliche und technologische Aspekte gegeneinander abgewogen werden. Genau hier liegt der Knackpunkt bei den Verhandlungen in Kopenhagen.

Es braucht rasche Massnahmen

Wie gross sind nun die erlaubten Emissionen? Um eine Erwärmung von 2 Grad wahrscheinlich nicht zu überschreiten, können wir von 2000 bis 2050 rund 1000 Milliarden Tonnen CO_2 ausstossen (siehe Grafik). Was nach einer riesigen Zahl aussieht, relativiert sich aber schnell: Etwa einen Drittel dieses Budgets haben wir seit dem Jahr 2000 schon verbraucht. Mit der Idee des totalen Budgets haben wir im Prinzip die Wahl, wie wir den Rest bis 2050 aufteilen. Nach wie vor auf fossile

A1PIX

Das Katharinenkloster auf dem Sinai liegt heute auf ägyptischem Territorium.

Das Buch der Bücher im Netz der Netze

Die älteste Bibel der Welt ist auf drei Bibliotheken verteilt. Im Internet sind die Pergamente aus dem 4. Jahrhundert nun wieder vereint. *Von Geneviève Lüscher*

Diese Bibel ist wirklich das Buch der Bücher: der Codex Sinaiticus, ein griechisches Manuskript aus dem 4. Jahrhundert. Die Pergamentblätter aus dem Katharinenkloster auf dem Sinai gelten als die älteste Bibel der Welt und als Vorläufer aller später gedruckten Ausgaben. Seit ihrer Entdeckung vor über 150 Jahren sind die Seiten jedoch auf verschiedene europäische Bibliotheken verteilt. Erst jetzt konnten die Fragmente wieder vereint werden, wenn auch nur virtuell im Internet.

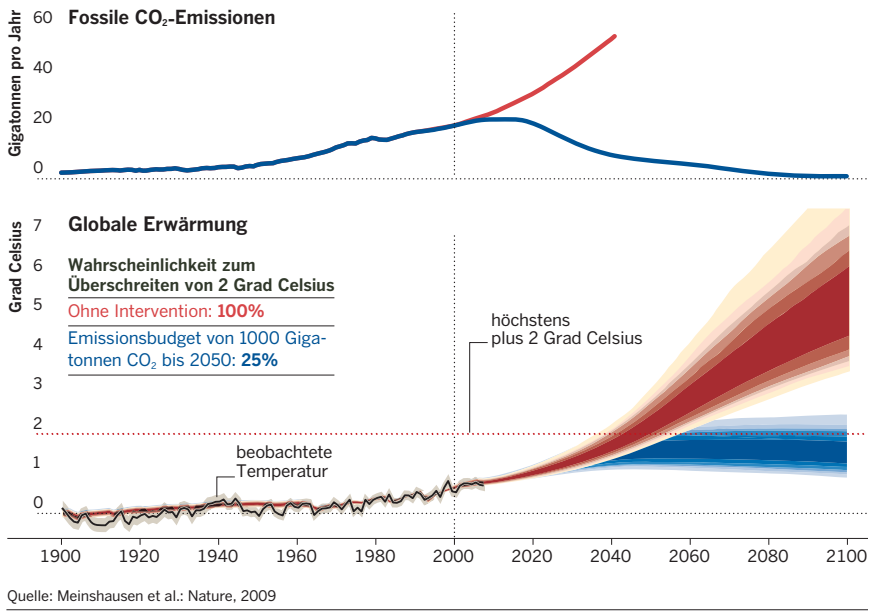
Hauptakteur bei der Entdeckung war der deutsche Theologe Constantin von Tischendorf aus Leipzig. Der Bibelwissenschafter war besessen von der Idee, die älteste Ausgabe des Neuen Testaments zu finden. Unermüdlich bereist er den Orient und wird schliesslich 1844 im Katharinenkloster am Fuss des Berges Sinai fündig. Hier entdeckt er insgesamt 129 grosse, fast quadratische Blätter (33×37 cm).

Tischendorf ist begeistert und nimmt von den Pergamentseiten 43 zum Studium mit nach Leipzig. Offenbar haben die Mönche dem Gelehrten die Mitnahme zwar erlaubt, geschenkt haben sie ihm die Blätter aber vermutlich nicht. Bei seiner zweiten Reise ins Kloster rücken die Mönche jedenfalls keine weiteren Seiten heraus – angeblich sind sie verschollen. 1859, diesmal im Auftrag des russischen Zaren Alexander II., ist Tischendorf erfolgreicher.

WOLFGANG DUFNER / IMAGE POINT

Unsere Klimazukunft

Globale CO_2-Emissionen und Erwärmung: ohne Klimaschutz (rot) bzw. wenn die Emissionen von 2000 bis 2050 auf 1000 Gigatonnen CO_2 beschränkt werden (blau).



Quelle: Meinshausen et al.: Nature, 2009

Brennstoffe zu setzen und das Problem auf die nächste Generation abzuwälzen, mag auf den ersten Blick attraktiv erscheinen – alles geht weiter wie bisher. Diese Strategie greift aber zu kurz.

Sitzen wir die Sache aus, müssten unsere Nachkommen innert weniger Jahre eine wirtschaftliche und technologische Revolution auf dem Weg zu einer CO_2-neutralen Gesellschaft vollziehen. Angesichts der langen Investitionszyklen beim Bau von Kraftwerken oder Häusern ist das unmöglich. Ich bin deshalb überzeugt, dass wir unbedingt rasche Massnahmen brauchen, die zu einer graduellen Reduktion der CO_2-Emissionen führen. Auch wenn der Ansatz des totalen Budgets bis 2050 elegant ist: Er darf nicht dazu verleiten, von der Notwendigkeit kurzfristiger Ziele abzulenken.

Vom 2-Grad-Ziel weit entfernt

Im Hinblick auf die Verhandlungen in Kopenhagen werden derzeit Reduktionsziele für 2020 und 2050 diskutiert. Um mit einer Wahrscheinlichkeit von mindestens 50 Prozent unter der Schwelle von 2 Grad zu bleiben, müssten die globalen Emissionen bis 2050 im Vergleich zum Basisjahr 1990 halbiert werden. Viele Länder haben ihre Reduktionsziele bereits bekanntgegeben. Die vorgeschlagenen Reduktionen der industrialisierten Länder machen zusammen für das Jahr 2020 bloss 8 bis 14 Prozent aus (gegenüber 1990). Für das 2-Grad-Ziel wären bis dann aber Reduktionen von 25 bis 40 Prozent nötig. Die Schweiz hat sich wie die EU für eine Reduktion von 20 bis 30 Prozent ausgesprochen. Davon sollen 14 bis 18 Prozent im Inland eingespart und der Rest im Ausland kompensiert werden. Bis 2050 müssen die Reduktionen in den Industriestaaten 80 bis 95 Prozent betragen. Im Vergleich dazu konnten in der Schweiz die bisherigen Massnahmen zwar einen Anstieg der Emissionen von 1990 bis 2007 verhindern. Von einer Abnahme kann aber keine Rede sein: Ausgedrückt als linearer Trend, beträgt sie weniger als 1 Prozent.

Die Bereitschaft vieler Länder, in Kopenhagen über ein neues Abkommen zum Klimaschutz zu verhandeln, ist positiv zu werten. Ob es zu einer Einigung kommt, bleibt abzuwarten. Aus meiner Sicht ist es wahrscheinlich, dass man sich über das Fernziel einig wird, nicht aber darüber, wie man es erreicht und wer die Last zu tragen hat. Wissenschaftlich betrachtet ist selbst unter Berücksichtigung aller Unsicherheiten klar, dass die Welt nur mit raschen und drastischen Emissionsreduktionen eine Chance hat, unter 2 Grad Erwärmung zu bleiben. Die von den Ländern bisher präsentierten Reduktionsziele sind davon leider weit entfernt.

Neben allen Kosten-Nutzen-Rechnungen sollten wir unsere Verantwortung gegenüber zukünftigen Generationen nicht vergessen. Wir haben nur eine Erde und brauchen sie für ein unkontrolliertes Experiment mit weitreichenden negativen Auswirkungen. Unser Nutzen ist der Schaden für unsere Nachkommen. Die Lösung des Klimaproblems ist möglich, aber sie erfordert ein radikales Umdenken, den Einsatz von Technologie und weniger Hindernisse bei der Umsetzung innovativer Ideen. Ob wir das 2-Grad-Ziel einhalten, wissen wir erst in 100 Jahren. Bis dahin ist jede eingesparte Tonne CO_2 eine Tonne, egal, wo und wann.

ULLSTEIN BILD

Experten der British Library begutachten 1933 das neu erworbene Werk.

AP

Griechische Handschrift: Der Codex Sinaiticus entstand vor 1600 Jahren.

Er findet nicht nur die verschollenen Teile wieder, sondern es werden ihm nun sogar Neufunde präsentiert, insgesamt 346 Blätter.

Die Mönche überlassen Tischendorf das Konvolut ausdrücklich leihweise, damit er in Leipzig und St. Petersburg eine Faksimile-Edition vorbereiten kann. Doch auch diese Ausleihe entwickelt sich zu einer Dauereinrichtung: 1869 schenkt der neue Erzbischof des Klosters Callistratos dem Zaren die Petersburger Blätter.

Christfried Böttrich von der Universität Greifswald geht davon aus, dass Callistratos als Erzbischof das Recht hatte, einen solchen Akt zu vollziehen. Die Mönche aber halten die Schenkung für illegal und bezichtigen Tischendorf des Diebstahls.

Von St. Petersburg gelangen die 346 Blätter 1933 nach London. Stalin verkauft sie für 100 000 Pfund an die British Library, wo sie sich auch heute noch befinden. Dazu kommen die 43 Blätter der Universitätsbibliothek Leipzig und 12 bis anhin unpublizierte Blätter, die erst 1975 im Katharinenkloster entdeckt wurden und noch dort lagern. Damit ist das Werk nun also auf drei Orte verteilt, was die Forschung in den vergangenen Jahrzehnten immer wieder behindert hat.

Die älteste Bibel-Handschrift umfasst das gesamte Neue und grosse Teile des Alten Testaments. Zusätzlich sind auch Texte integriert, die nicht in die heute gängige Bibel Eingang gefunden haben. Es handelt sich also um eine Bibel, deren Inhalt vor der Kanonisierung der heutigen Bibel zusammengetragen wurde.

Paläographisch lässt sich die griechische Schrift des Codex in die Mitte des 4. Jahrhunderts datieren. Er enthält aber auch viele Anmerkungen und Ergänzungen, die zu verschiedenen Zeiten – bis ins 12. Jahrhundert – angefügt wurden. Im 4. Jahrhundert bestieg mit Konstantin der erste römische Kaiser christlichen Glaubens den Thron in Byzanz. Die Forschung vermutet, dass er es war, der die Niederschrift des Codex veranlasste – und bezahlte. Ulrich Schneider, Direktor der Leipziger Universitätsbibliothek, hat berechnet, dass für die ursprünglich 730 Blätter knapp 400 Schafe ihr Leben lassen mussten, eine stattliche Herde. Dann arbeiteten fleissige Mönche etwa 6000 Stunden an der Niederschrift – ein Unternehmen, das einen zahlungskräftigen Auftraggeber voraussetzte. Ohne Konstantin, so ist Schneider überzeugt, «hätten wir heute vielleicht nur ein Sammelsurium mystischer Texte, Überbleibsel von anderen Niederschriften, die um 300 im Nahen Osten kursierten und die Legenden in unterschiedlichen Interpretationen bewahrten».

2006 startete das Kooperationsprojekt der Digitalisierung der Ur-Bibel. Es konnte vor wenigen Monaten beendet werden. Vor der Digitalisierung mussten die Blätter sorgfältig restauriert und konserviert werden. Jede Seite wurde transkribiert und soll übersetzt und mit einem Kommentar versehen werden. Das allerdings ist Zukunftsmusik. Auf Deutsch liegt erst das Buch Esther vor, der Rest wird folgen. «Die Digitalisierung wird die Forschung zur Entstehungsgeschichte der Bibel entscheidend vorantreiben», sagt Ulrich Schneider; sie mache die wissenschaftliche Untersuchung des verstreuten Manuskripts überhaupt erst möglich.

Parallel zur Digitalisierung hatten sich alle Beteiligten verpflichtet, umfangreiche Archiv-Recherchen durchzuführen, um die unklaren Vorgänge bei der Zerstreuung der Codex-Blätter zu erhellen. Besonders in Moskau sind im Zuge dieser Recherchen neue Akten zum Vorschein gekommen, die den Verkauf nach London dokumentieren. Auch die Schenkungsurkunde des Erzbischofs Callistratos an Zar Alexander kam wieder ans Licht.

Christfried Böttrich hat alle diese Dokumente gesichtet und die Entdeckungsgeschichte des Codex Sinaiticus neu geschrieben. Sie soll im Internet aber erst aufgeschaltet werden, «wenn die Väter vom Sinai ihre endgültige Zustimmung geben». Das haben sie bis heute offenbar nicht getan. Könnte es sein, dass sie mit der Interpretation Böttrichs – dass nämlich Tischendorf unschuldig sei – nicht einverstanden sind? Das letzte Wort in dieser abenteuerlichen Bibelgeschichte ist jedenfalls noch nicht gesprochen.