

Wenn der Golfstrom versiegt

Gegen die Klimakatastrophe hilft kein Abwiegen – die Menschen müssen endlich Ernst machen mit dem Energiesparen

Die Menschheit unternimmt eines ihrer größten geophysikalischen Experimente, nicht im Labor und auch nicht auf leistungsfähigen Parallelrechnern, sondern im „realen“ Erd-System: Mit hoher Wahrscheinlichkeit wird sich die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre bis zum Jahr 2100 gegenüber dem vorindustriellen Niveau mehr als verdoppeln – vorausgesetzt, Wirtschaft und Gesellschaft machen weiter wie bisher.

Es ist damit zu rechnen, dass die globale Temperatur um weitere 1,4 bis 5,8 Grad Celsius zunehmen wird. Ein Temperaturanstieg dieses Ausmaßes in einem Zeitraum von 100 Jahren wäre für die Geschichte der Menschheit einmalig. In keiner Phase während des gesamten Holozäns (ein Zeitraum, der sich über die letzten 10 000 Jahre erstreckt) war die Menschheit mit einem derartigen Temperaturanstieg konfrontiert.

Gewiss, die Menschen haben im Ver-

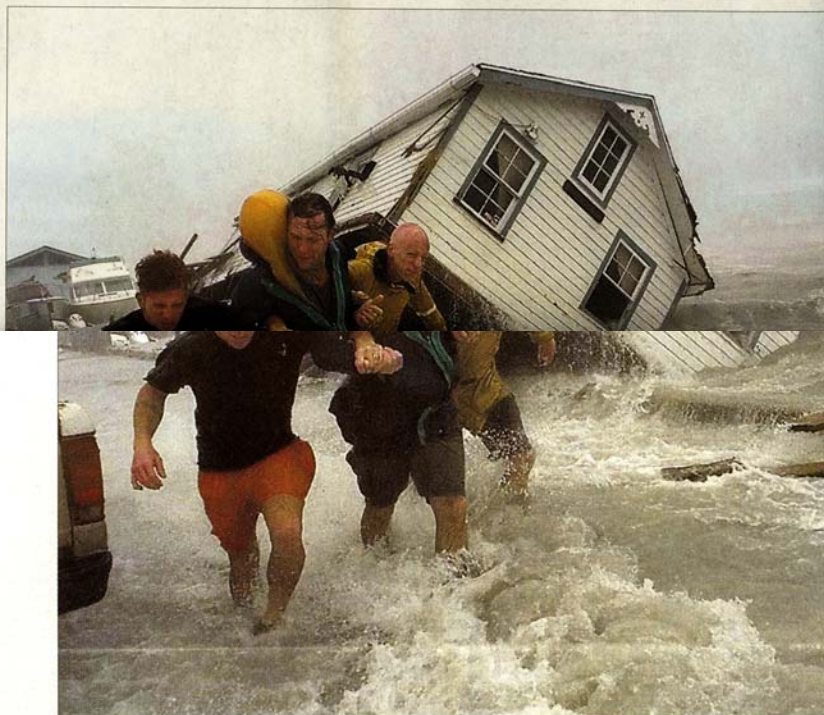
Gewiss, die Menschen haben im Verlauf ihrer Geschichte eine erstaunliche Anpassungsfähigkeit gegenüber Klimaschwankungen gezeigt. Auch lässt sich darüber streiten, ob die klimatischen Bedingungen während des so genannten Optimums im Holozän wegen der höheren globalen Mitteltemperatur nicht sogar vorteilhafter waren als das heutige Klima. Diese Einwände können aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass der zu erwartende Temperaturanstieg jenseits aller historischen Erfahrungen liegt.

Wer will wetten?

Da uns die Vergleichsmaßstäbe fehlen, kennen wir weder die Schäden noch die Wahrscheinlichkeit, mit der sie eintreten werden. Ohne diese Informationen können die Risiken nicht im herkömmlichen Sinn der Versicherungsmathematik kalkuliert werden und müssen von den Betroffenen selbst getragen werden. Ironischerweise veranlasst diese Unsicherheit manche Politiker und Wissenschaftler, die Gefahren des Klimawandels nicht sonderlich ernst zu nehmen und vor hysterischen Reaktionen zu warnen.

Dieses Abwiegen wäre nur dann gerechtfertigt, wenn sich die Betroffenen gegen die erwarteten Schäden des Klimawandels versichern könnten. Wären die Skeptiker ihrer eigenen Skepsis sicher, müssten sie ein Geschäft in der Versicherungsbranche wittern – sie könnten mit den Geschädigten des Klimawandels eine Wette abschließen. Ließe sich der Erwartungswert der Schäden berechnen, gewönne die Versicherung im Schnitt die Wette. Mag sein, dass es den Skeptikern am unternehmerischen Talent mangelt – es kann aber auch sein, dass sie befürchten, die Wette zu verlieren, weil ihnen für eine vernünftige Kalkulation die Informationen fehlen. Angesichts dieser Unsicherheit ist es ratsam, die Gefahren des Klimawandels ernst zu nehmen.

Bei einem globalen Temperaturanstieg von 4 bis 5 Grad Celsius bis zum Jahr 2100 könnte der Nordatlantikstrom – die nordöstliche Verlängerung des Golfstroms – innerhalb der nächsten Jahrhunderte versiegen. Auf Grund der globalen Erwärmung verändern sich die Niederschläge, der Salzgehalt des Wassers im Nordatlantik fällt und damit die



Die reichen Länder können sich Klimakatastrophen leisten – die Armen nicht: Hurricane „George“ über Key West

Dieses Argument ist vor allem für jene einleuchtend, die mit hohen Kosten bei der Verminderung von Emissionen rechnen. Es steht aber auf tönernen Füßen, weil die Skeptiker für die Behauptung, Anpassen sei billiger als Vermeiden, keine plausiblen Belege erbringen. Wahrscheinlich könnte Europa „überleben“, wenn der Nordatlantikstrom zusammenbricht und Landwirtschaft in Norwegen nicht mehr möglich ist. Ländern wie Bangladesch jedoch ist es heute schon kaum möglich, sich an Überschwemmungen „anzupassen“, geschweige denn in Zukunft, wenn Extremwetterereignisse gehäuft auftreten werden.

An einer Reduktion der Emission von Treibhausgasen führt kein Weg vorbei. Wer jedoch eine solche Forderung erhebt, für den hält die ökonomische Zukunft ein weiteres moralisches Dilemma bescheidende knappe Mittel, weil künftige Generationen ihre Emissionen billiger reduzieren können. Die Modellrechnungen spucken dieses Ergebnis aus, weil angenommen wird, der technische Fortschritt regne auf die Menschheit herab wie einst

zunehmende Wasserknappheit in den Wüstengürteln sind aber sprunghafte und unwiderrufliche Ereignisse. Wie das Erd-System dann funktioniert, wissen auch Naturwissenschaftler nicht genau. Darum hat der Wissenschaftliche Beirat für Globale Umweltveränderungen (WBGU) versucht, ein Sicherheitsfenster zu definieren: Innerhalb dieses Fensters sei die Gefahr einer dauerhaften Zerstörung des Erd-Systems relativ gering. Eine Temperaturerhöhung von zusätzlich 2 Grad Celsius und ein Anstieg von höchstens 0,2 Grad Celsius pro Jahrzehnt wären ein solches „vernünftiges“ Sicherheitsfenster. Da es derzeit unmöglich ist, die Schäden abzuschätzen, ist es vernünftig zu fragen, was geschehen müsste, damit die Menschheit in diesem Temperaturfenster bleibt.

Die Antwort der Modellrechnungen: Zunächst müsste der Anstieg gemildert, von 2015 an müssten die CO₂-Emissionen jährlich um 2 Prozent vermindert werden. Durch eine weitere Verzögerung um mehrere Jahre würden wir entweder das akzeptable Temperaturfenster verfehlen oder es könnte nur noch zu sehr hohen

um 2 bis 3 Prozent jährlich zunehmen. Es wäre keine kluge Strategie, wollte man im Namen einer Klimaschutzpolitik das Wachstum des Pro-Kopf-Einkommens in den nächsten 50 Jahren beschränken oder gar eine Wachstumsrate von Null anstreben. Die Verteilungskonflikte innerhalb der Industrieländer nähmen zu und auch die Verteilungskonflikte zwischen Entwicklungs- und Industrieländern. Die reichen Gesellschaften könnten innerhalb der nächsten 100 Jahre lernen, ihre Verteilungskonflikte zu meistern, wenn es kein Wachstum gibt. Für die nächsten 50 Jahre erscheint es aber als unrealistisch, dass die Weltgesellschaft als ganze ihre Verteilungskonflikte ohne Wachstum handhaben kann.

Energieintensität: Der Einsatz von Energie, der benötigt wird, um eine Einheit Sozialprodukt zu produzieren, wird als Energieintensität bezeichnet. Sie ist in den Industrieländern in den vergangenen 100 Jahren um 1 Prozent pro Jahr gefallen. Um die globalen Emissionen zu senken, wäre jedoch eine Senkung der Energieintensität nötig, die weit über der Rate von 1 Prozent pro Jahr liegt. Ei-

Dichte des Oberflächenwassers, weshalb es nicht mehr absinken kann. Die Folge: Der Nordatlantikstrom transportiert nicht mehr wie ein Förderband jene enormen Wärmemengen nach Europa, die der Leistung einer halben Million Kraftwerke beziehungsweise 1,1 Milliarden Megawatt entsprechen. Sein Zusammenbruch ließe die Temperaturen in Europa sinken – paradoxerweise gerade wegen der globalen Erwärmung. Noch dramatischer könnte sich die Veränderung der Monsundynamik auswirken. In Indien und China könnte es zu vermehrten Nahrungsmittelpreissen und Hungersnöten kommen. Das Ausmaß und die Geschwindigkeit des Temperaturanstiegs überfordert die Anpassungsfähigkeit der Biosphäre – der Regenwald könnte als Kohlenstoffspeicher wegen der veränderten Verteilung der Niederschläge für das gesamte Erd-System ausfallen.

Moralisches Dilemma

Die Mehrheit der Wissenschaftler bestreitet diese Gefahren nicht. Einige bestreiten allerdings die Notwendigkeit einer drastischen Reduktion von CO₂-Emissionen. So behauptet der Soziologe Nico Stehr, die Menschheit habe genug technische Möglichkeiten, sich an den Klimawandel anzupassen. Anpassung, so sein Argument, sei billiger. Die Wirkung des Klimawandels könne man getrost abwarten. Es bliebe noch genug Zeit, um höhere Dämme zu bauen, die Infrastruktur auf Extremwetterereignisse auszurichten und Staaten wie Bangladesch zu helfen, mit vermehrten Überschwemmungen fertig zu werden.

Manna auf das Volk Israel in der Wüste. Da dieser Regen von Jahr zu Jahr ergiebiger werde, sei es vernünftig zu warten, bis der Regen stark genug sei. Eine Reduktion der Treibhausgase vor dem Jahr 2020 oder 2030 ist nach diesen Modellrechnungen ökonomisch unvernünftig.

Dieses Argument wird zusätzlich dadurch gestützt, dass Schäden wegen der Trägheit des Klimasystems erst mit einer Zeitverzögerung von 50 Jahren eintreten, während die Kosten der Verminderung von Emissionen sofort anfallen. In ihren Berechnungen gewichten viele Ökonomen die Kosten, die die Gegenwart zu tragen hat, höher als die Schäden, die in der Zukunft entstehen. In dieser Logik ist es durchaus rational, erst in der Zukunft die Emissionen zu vermindern. Diese so genannte Diskontierung läuft aber darauf hinaus, die Last von der Gegenwart in die Zukunft zu verschieben.

Wertvolle Mittel würden auch dann verschwendet, wenn man die Treibhausgase vor allem in den reichen Staaten – den Hauptverursachern – reduziere, weil sich eine Tonne Kohlenstoff in China sehr viel billiger vermeiden ließe als in Deutschland. „Nicht jetzt, nicht hier“, meint daher die Mehrheit der Ökonomen, weil zu früh und am falschen Ort reduziert werde. Die Annahmen, die zu dieser Forderung führen, setzen allerdings eine Sicherheit voraus, über die auch Ökonomen nicht verfügen.

So gehen sie in ihren Schadensschätzungen davon aus, dass bei stetigem Temperaturanstieg die Schäden keine abrupten Sprünge machen. Der Zusammenbruch des Nordatlantikstroms, die abrupte Veränderung der Monsundynamik, die

Kosten erreicht werden.

Kernenergie ist keine Lösung

Was müsste also geschehen, damit die Treibhausgase überhaupt reduziert werden? Die Schwierigkeiten werden sofort klar, wenn man die Dynamik der Treibhausgasemissionen in vier Faktoren zerlegt: in Bevölkerung, Pro-Kopf-Einkommen, Energieintensität und Kohlenstoffintensität. Diese vier Faktoren bestimmen das Wachstum der CO₂-Emissionen, und jede Klimaschutzpolitik muss versuchen, zumindest einige dieser Faktoren zu steuern. Die Frage ist mithin, welche Faktoren überhaupt sinnvoll gesteuert werden können.

Bevölkerung: Die Weltbevölkerung wird von 6,1 Milliarden Menschen im Jahre 2000 auf etwa 11 bis 12 Milliarden im Jahr 2100 anwachsen. Die Zunahme wird in den Entwicklungsländern am größten sein. Obwohl sich das Bevölkerungswachstum gut voraussagen lässt, ist es einer direkten politischen Steuerung nur schwer zugänglich, ganz zu schweigen von den ethischen und sozialen Problemen, die eine Bevölkerungspolitik (Beispiel China) aufwirft. Und selbst wenn es gelänge, die Weltbevölkerung von 12 Milliarden auf 11 Milliarden zu vermindern, wäre der Effekt auf die globale Mitteltemperatur nur minimal – sie würde bis zum Jahr 2100 nur um 0,17 Grad Celsius weniger ansteigen.

Das Pro-Kopf Einkommen: Es wird in den nächsten 50 Jahren weiter wachsen, in den Entwicklungsländern etwas schneller, in den alten Industrienationen etwas langsamer. Weltweit wird es etwa

ne Verringerung in diesem Umfang wäre in der Wirtschaftsgeschichte völlig neu. Die industriellen Kernzonen USA, Japan und Europa haben beträchtliche Erfahrungen gesammelt, den technischen Fortschritt so einzusetzen, dass er die Arbeitseffizienz erhöht und damit auch das Pro-Kopf-Einkommen. In den Industriestaaten müsste jedoch die Energieintensität schneller sinken als die Arbeitseffizienz steigt, wenn es zu einer Verminderung der Emissionen kommen soll. Leider sind bislang die Investitionen in die Erhöhung der Arbeitseffizienz rentabler als die Investitionen in die Erhöhung der Energieeffizienz.

Schließlich die Kohlenstoffintensität: Sie misst, wie viel Kohlenstoff eine Einheit Primärenergie verursacht. Sie ist weltweit im Durchschnitt um 0,2 Prozent jährlich gefallen. Sogar in den USA und in Westeuropa ist sie gesunken. Dennoch müsste die Kohlenstoffintensität deutlich stärker sinken, um den Wachstumseffekt des Einkommens und der Weltbevölkerung auf die Emissionen zu kompensieren.

Will man das Pro-Kopf-Einkommen nicht senken, um keine weiteren Verteilungskonflikte zu provozieren, und beugt man sich der Einsicht, dass sich die Bevölkerung bei etwa 11 Milliarden stabilisieren wird, dann bleibt nur die drastische Senkung der Energie- und Kohlenstoffintensität. Beide Faktoren zusammen müssten zwischen 2015 und 2075 um jährlich 4 Prozent sinken, wenn die CO₂-Emissionen im gleichen Zeitraum um jährlich 2 Prozent abnehmen sollen. Diese Senkung ist notwendig, um zum Beispiel das Temperaturfenster des

WBGU zu erreichen. Trotz der bereits erzielten Fortschritte in der Senkung der Kohlenstoffintensität und der Energieintensität sind weltweit die CO₂-Emissionen in kaum einer Region der Erde und in keinem Zeitraum seit der Industrialisierung nachhaltig gesunken.

Die Verminderung der CO₂-Emissionen wäre historisch ein einmaliges Ereignis, für das die Vergleichsmaßstäbe fehlen. Bislang ist daher völlig ungeklärt, wie die Verminderung bewerkstelligt werden kann. Grundsätzlich stehen zwei Optionen offen. Zum einen könnte die Effizienz des Einsatzes fossiler Energie gesteigert, zum anderen fossile Energie durch erneuerbare Energiequellen ersetzt werden. Auch wenn langfristig das fossile Energiesystem durch ein regeneratives abgelöst werden muss, wird man für eine relativ lange Übergangsphase die Effizienz der fossilen Energienutzung steigern müssen.

So vernünftig diese Option erscheint, so schwierig ist es, sie zu realisieren. Die Vorräte an Kohle, Öl und Gas werden noch bis zum Ende dieses Jahrhunderts zu leicht steigenden Grenzkosten genutzt werden können. Erst im 22. Jahrhundert werden diese Kosten dramatisch steigen. Aber im 21. Jahrhundert werden Kohle, Öl und Gas nicht knapp. Von den Märkten wird daher kein anhaltender Druck auf Unternehmen und Verbraucher ausgehen, die Kohlenstoff- und Energieintensität so weit zu senken, dass es zu sinkenden CO₂-Emissionen kommt. Auch bei optimaler Nutzung von fossiler Energie würde Kohlenstoff in einem Umfang freigesetzt, der es unmöglich macht, das Temperaturfenster zu erreichen.

Der Ausbau der Kernenergie wäre eine weitere Option, den Verbrauch fossiler Energie zu reduzieren. Politische, ökonomische und sicherheitstechnische Gründe sprechen dagegen, dass sich zumindest in Europa und den USA ein drastischer Ausbau der Kernenergie durchsetzen lässt. Auch wird ein Ausbau der Kernenergie außerhalb der reichen Staaten kaum im Interesse Europas und der USA liegen. Die Kernenergie stellt nämlich Anforderungen an die innere und äußere Sicherheit, die in den Teilen der Welt mit großem „Energiehunger“ kaum gegeben sein dürften. Aus klimapolitischen Gründen ist der Ausbau der Kernenergie selbst dann bedeutungslos, wenn deren Anteil bis zum Jahr 2050 auf 32 Prozent der Primärenergieproduktion erhöht und der Rest der Produktion mit Kohle, Öl und Gas bestritten würde. Selbst das würde immer noch zu einer Klimakatastrophe führen. Global gesehen ist die Kernenergie keine Lösung des Problems.

In Zukunft könnte Wasserstoff als Sekundärträger für die Energieversorgung und für den Verkehr an Bedeutung ge-

winnen. Mit Wasserstoff kann weit gehend emissionsfrei gefahren und geheizt werden. Zu einer Verminderung der globalen Emissionen kommt es jedoch nur dann, wenn Wasserstoff aus regenerativen Energiequellen gewonnen wird (zum Beispiel aus Solarenergie).

Welche der technischen Optionen dauerhaft Öl, Kohle und Gas ersetzt, ist noch ungeklärt. Untersuchungen zeigen, dass die Kosten pro Kilowattstunde von regenerativen Energien im Zeitablauf sinken, weil durch „learning by doing“ beträchtliche Effizienzsteigerungen möglich sind. Ob die Lerneffekte ausreichen, damit regenerative Energien billiger als fossile Energieträger werden, ist noch offen. Dennoch lässt sich daraus eine wichtige Schlussfolgerung ziehen: Sind die Effekte durch „learning by doing“ stark, so ist es unvernünftig, mit der Verminderung der CO₂-Emissionen zu warten – im Gegenteil: Je mehr wir noch lernen müssen, um so eher sollten wir beginnen.

Der technische Fortschritt ist kein Geschenk des Himmels, sondern die Frucht recht irdischer Anstrengungen. Erst in jüngster Zeit beginnt die Wirtschaftswissenschaft diese biblische Einsicht wieder zu entdecken. Die klimapolitischen Empfehlungen der ökonomischen Profession blieben davon bislang unberührt.

Das Kyoto-Protokoll wurde daher zu Recht heftig kritisiert. So wurde in der öffentlichen und wissenschaftlichen Debatte darauf hingewiesen, dass die Reduktionsverpflichtungen weltweit unzureichend sind und die Entwicklungsländer davon ausgenommen werden. Das Kyoto-Protokoll sollte aber nicht mit falscher Elle gemessen werden. Kyoto ist ein historischer Einstieg in ein globales Umweltmanagement. Die Reduktionsverpflichtungen wären in der Tat unzureichend, wenn es dabei bliebe. Kyoto kann daher bestenfalls der Anfang, nicht das Ende der Entwicklung sein. Es ist durchaus denkbar, die Instrumente des Kyoto-Protokolls so weiterzuentwickeln, dass die Emissionen kostengünstig reduziert werden können und Kapital und Technik in die Entwicklungsländer transferiert werden.

Ein wichtiges Instrument des Kyoto-Protokolls ist der Handel mit Emissionszertifikaten. Jene Länder, die ihre Emissionen am stärksten reduzieren, können Zertifikate verkaufen; Länder, die ihre Emissionen erhöhen wollen, müssen Zertifikate kaufen. Da die Menge der Zertifikate genau der Menge der erlaubten Emissionen entspricht, wird der Preis für Zertifikate steigen, wenn die Nachfrage nach Emissionen steigt. Damit steigt aber auch die Rentabilität energie- und kohlenstoffsparender Investitionen, was wiederum ein Anreiz für Unternehmen ist, zusätzliche Mittel in die Verminderung von Kohlenstoff zu lenken.

Kyoto war ein Anfang

Der jüngste Kompromiss der Klimaverhandlungen in Bonn erlaubt es, den beteiligten Staaten einen Teil der Reduktionsverpflichtungen zu erlassen. Nun können sich vor allem die USA, Kanada und Japan ihre Wälder vermehrt als Kohlenstoffspeicher anrechnen lassen. Die Anrechnung dieser Speicher ist aus drei Gründen der schwächste Teil des Kyoto-Protokolls. Erstens herrscht keine Einigkeit darüber, in welchem Umfang die Wälder Japans, Kanadas und der USA überhaupt Kohlenstoff speichern, und es wird weit gehend mit Fantasiazahlen hantiert. Zweitens können sich Wälder auf Grund der veränderten globalen Temperatur von einem Kohlenstoffspeicher in eine Kohlenstoffquelle verwandeln. Drittens müsste garantiert werden, dass der Waldbestand erhalten bleibt, damit der Kohlenstoff nicht nur vorübergehend in den Wäldern gespeichert wird.

Der Engel des Neuen

Der Rückblick auf die Geschichte der Erde lehrt uns, dass es für das geophysikalische Experiment der Menschheit keine Vergleichsmaßstäbe gibt. Wir können die Vergangenheit nicht einfach fortsetzen, sondern sind zu Neuem verpflichtet. Dieses Neue ist unbekannt und kann nur durch einen langen Prozess von Versuch und Irrtum hervorgebracht werden.

Je mehr wir lernen müssen, desto geduldiger werden wir sein müssen, bis sich Erfolge einstellen. Walter Benjamin hat diese „Dialektik“ von Zukunft und Vergangenheit in der Interpretation eines Bildes von Paul Klee angedeutet, das „Angelus Novus“ heißt: Der Engel des Neuen blickt mit weit aufgerissenen Augen auf die Ereignisse der Vergangenheit und wird so der Zukunft entgegengetrieben. Er lernt aus der Geschichte nur, dass die Vergangenheit nicht fortgesetzt werden kann, die Zukunft aber einen langen Atem braucht. Die heutige Menschheit scheint ihren Blick von der Vergangenheit abzuwenden. Sie meint, sie sei zukunftsorientiert und hat dabei doch nur die Gegenwart im Sinn. Der Angelus Novus erkennt, dass seine Zukunft verliert, wer nicht begreift, dass er in einer Schicksalsgemeinschaft lebt, die die Toten, die Lebenden und die Noch-nicht-Geborenen umgreift.

Ottmar Edenhofer ist Wirtschaftswissenschaftler und stellvertretender Leiter der Abteilung Globaler Wandel und Soziale Systeme am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung.