

Die Klimaerwärmung – Weltuntergangsphantasie oder echte Bedrohung?

VON GERD GANTEFÖR

Die angekündigte Klimaerwärmung hat eine erstaunliche Ähnlichkeit mit den wiederkehrenden Weltuntergangspropheten der Vergangenheit. Wie bei der biblischen Sintflut wurde der Weltuntergang häufig als Strafe für das sündige Leben der Menschen an die Wand gemalt. Die Klimaerwärmung passt in dieses Schema, denn auch sie ist eine Konsequenz des ausschweifenden Konsums in den Industrienationen. Jedoch verfügen die modernen Weltuntergangspropheten über eine neue, mächtige Waffe: die Naturwissenschaften.

Wissenschaftliche Prognosen sind immer richtig. Oder etwa nicht? Ein Beispiel einer falschen wissenschaftlichen Prognose sind die unzähligen Veröffentlichungen über das Baumsterben in den achtziger Jahren. Auch die Klimakatastrophe war damals schon ein Thema: Das Titelbild des *Spiegel* vom 18. August 1986 zeigt einen im Wasser versinkenden Kölner Dom. Der Meeresspiegel steigt tatsächlich. Allerdings sehr langsam. Was ist also Panikmache, was reale Gefahr?

Die Erde wird durch die Sonne erwärmt. Es besteht ein Gleichgewicht aus der Aufheizung durch das Sonnenlicht und der Abkühlung durch die Wärmestrahlung, die die Erdoberfläche zurück ins Weltall abgibt. Das kurzwellige Sonnenlicht passiert die Atmosphäre ungehindert, aber die Atmosphäre ist für die langwellige Wärmestrahlung nur schlecht durchlässig. Damit wirkt die Atmosphäre wie eine Wärmedämmung, der »Wärmestau« an der Oberfläche wird Treibhauseffekt genannt. Je undurchlässiger die Atmosphäre für Wärmestrahlung wird, umso wärmer wird es. Allerdings wäre es ganz ohne den Treibhauseffekt auf der Erde zu kalt für die Entstehung von Leben. Der natürliche

Treibhauseffekt ist also überlebensnotwendig.

In den letzten hundert Jahren hat der Mensch so viel Kohle, Erdgas und Erdöl verbrannt, dass sich die Zusammensetzung der Atmosphäre merklich verändert hat. Der Gehalt an Kohlendioxid hat sich um 30 Prozent erhöht, und das verstärkt den Treibhauseffekt. Das Klima wird also wärmer werden. Aber welche Konsequenzen hat die Erwärmung?

Der Mensch fühlt sich dazu verpflichtet, die Erde unversehrt an die kommenden Generationen weiterzugeben. Aber gibt es überhaupt einen stabilen Naturzustand der Erde? Zum Beispiel war die Sahara vor über zweitausend Jahren grün. Die Umwandlung zur größten Wüste der Erde dauerte mehr als tausend Jahre, die Ursache dafür waren subtile Änderungen der Bewegung der Erde um die Sonne. Erdgeschichtlich gesehen ist die Bildung der Sahara aber nur eines der harmlosesten Beispiele natürlicher Klimaschwankungen. Vor über zehntausend Jahren hatte die Eiszeit die Erde fest im Griff, große Teile der Kontinente waren von Eis bedeckt. Der Meeresspiegel lag hundertfünfzig Meter tiefer.

Wir leben in einem Erdzeitalter, in dem sich Eiszeiten und Warmzeiten periodisch abwechseln, und die Erde ist heute wieder auf dem Weg in die nächste Eiszeit. Eine Abkühlung ist überfällig, und vielleicht war die Kleine Eiszeit zwischen 1500 und 1850, die zu Fehlernten und Hungersnöten führte, ein Vorgeschmack darauf. Eine neue Eiszeit wäre für die Menschheit eine Katastrophe, aber die drohende Abkühlung wird durch die aktuelle Klimaerwärmung erst einmal aufgehalten. Zukünftige Generationen werden sich mit dem Problem einer kommenden Eiszeit auseinandersetzen müssen, vielleicht sogar absicht-

lich Kohlendioxid in die Atmosphäre einleiten.

Klimaprognosen über Zeitspannen von hundert oder noch mehr Jahren sind grundsätzlich nicht zuverlässig, auch wenn die Fachleute das Gegenteil behaupten. Es gibt viele Größen, die das Klima beeinflussen, und diese Größen sind über komplexe Mechanismen miteinander verknüpft. Daher soll erst einmal das betrachtet werden, was sicher ist: die Vergangenheit. Die letzte Eiszeit endete vor zehntausend Jahren, und seither gab es nur relativ kleine Klimaschwankungen um plus oder minus ein Grad. Zum Beispiel war es zur Zeit der Römer wärmer, das begünstigte die Ernten und führte zu einer Blüte der Kultur. Kälter war es während der Kleinen Eiszeit. In dieser kühleren Phase wurde Island unbewohnbar, in Nordeuropa hungerten die Menschen. Gegen Ende des 19. Jahrhunderts wurde es langsam wieder wärmer.

Heute ist es gegenüber 1850 um ungefähr 0,7 Grad wärmer geworden. Das scheint wenig zu sein. Allerdings handelt es sich bei dieser Temperatur um die »globale mittlere Temperatur«, und kleine Schwankungen dieses Wertes haben große Wirkungen. So war es in der letzten echten Eiszeit, als kilometerdicke Gletscher Europa bis zu den Alpen bedeckten, nur sieben Grad kälter als heute. In der Kleinen Eiszeit war es knapp ein Grad kälter. Eine Erwärmung um 0,7 Grad sollte also merkliche Folgen haben, und diese sind auch zu beobachten, zum Beispiel beim Abschmelzen der Alpengletscher.

Das Klima der Erde ist also grundsätzlich nicht stabil, und ohne das Zutun der Menschen käme eine neue Eiszeit. Man kann sich fragen, was besser ist: eine Erwärmung oder eine Abkühlung? Historisch gibt es dazu eine eindeutige Antwort. In kalten Phasen gab es Missernten und Hungersnöte, ganze Landstriche Nordeuropas wurden entvölkert. Über einen warmen Winter hat man sich gefreut. Höhere Temperaturen bringen allerdings auch Probleme und Gefahren

mit sich. Drei Gefahren sollen beispielhaft diskutiert werden: der Anstieg des Meeresspiegels, häufigere und heftigere Stürme, ausgedehnte Dürreperioden.

Die Gefahr Nummer eins ist der Anstieg des Meeresspiegels durch das Schmelzen der Eisspanzer Grönlands und des Südpols. Die Eiskappe des Nordpols schwimmt auf dem Polarmeer. Da dieses Eis in direktem Kontakt zum wärmer werdenden Meerwasser steht, wird es rasch abschmelzen, in hundert Jahren wird der Nordpol im Sommer vermutlich eisfrei sein. Doch dies bewirkt keinen nennenswerten Anstieg des Meeresspiegels, denn Eis, das auf dem Wasser schwimmt, verursacht beim Schmelzen keinen Anstieg. Dagegen würde das Schmelzen der Eisschilde des Südpols und Grönlands zusammen einen Anstieg des Meeresspiegels um rund siebzig Meter bewirken, und das wäre eine Katastrophe.

Aber ist das eine realistische Möglichkeit? Landeis steht nicht in unmittelbarem Kontakt zum Meerwasser, es dauert lange, bis es abtaut. Und es könnte sogar zunächst zu einem Sinken des Meeresspiegels kommen. Am Südpol fällt heute nur sehr wenig Niederschlag, und wenn es nicht so kalt wäre, wäre die Antarktis eine Wüste. Durch die Klimaerwärmung verdunstet mehr Wasser in den Ozeanen, und überall, aber vor allem nahe den Polen, erhöht sich die Niederschlagsmenge. Es wird also auch in der Antarktis mehr schneien. Tauwetter wird es in der Antarktis wohl auch in einigen hundert Jahren nicht geben, denn es ist dort sehr kalt. Es ist also möglich, dass der zentrale Eisschild der Antarktis durch den erhöhten Niederschlag dicker wird. Ein dicker werdender Eisschild könnte, wenn der Effekt stark genug ist, sogar zunächst zu einem Sinken des Meeresspiegels führen.

Insgesamt tragen verschiedene Mechanismen zum Sinken und Steigen des Meeresspiegels bei, nach heutigem Wissen bewirken alle Effekte zusammen in den nächsten hundert Jahren einen Anstieg um fünfzig bis achtzig Zentimeter.

Dieser kleine Anstieg stellt für die heutigen modernen Methoden des Küstenschutzes kein Problem dar. Schwierig wird es allerdings für die sehr armen Länder mit flachen Küsten, denn diese Länder können sich kaum einen wirksamen Küstenschutz leisten. Außerdem gibt es noch Koralleninseln, für die keine Hilfe möglich ist, da die Bodenschichten porös sind und Dämme das Wasser nicht aufhalten können. Diese Inseln werden wohl unbewohnbar werden. Insgesamt ist innerhalb einer überschaubaren Zeitspanne von hundert Jahren jedoch nur ein kleiner Teil der Siedlungsfläche der Menschheit betroffen.

Die Gefahr Nummer zwei sind Stürme, besonders die Hurrikane. Sie bilden sich heute, wenn die Temperatur des Oberflächenwassers im Atlantik über 26,5 Grad ansteigt. Daher scheint es zunächst einleuchtend, dass die globale Erwärmung zu mehr und womöglich heftigeren Hurrikänen führt. In der Statistik der letzten hundertfünfzig Jahre ist tatsächlich eine ansteigende Tendenz der Häufigkeit und Schwere der Hurrikane zu erkennen. Es gibt jedoch auch Wissenschaftler, die dieser einfachen Schlussfolgerung widersprechen.

Auch hier ist ein Blick in die Vergangenheit hilfreich. Es gab während der letzten Jahrtausende wärmere und kältere Phasen, und dementsprechend sollten, falls die Temperatur allein ausschlaggebend ist, Stärke und Häufigkeit der Hurrikane variiert haben. Eine geologische Besonderheit auf der Karibikinseln Vieques erlaubt eine direkte Überprüfung dieser Annahme. Dort gibt es einen Strandsee in einiger Entfernung vom Meer. Jahr für Jahr sterben im See Organismen ab, sinken zu Boden und bilden eine immer dicker werdende Schlamm-schicht. Ab und zu spült ein schwerer Hurrikan Sand und Muschelschalen in den See, die sich ebenfalls auf dem Seeboden ablagern. Zwischen den dunklen Lagen aus organischem Schlamm gibt es dann eine helle, grobkörnige Sedimentschicht, und man kann den Schluss ziehen: Der Sturm war umso stärker, je grö-

ßer die Sand- und Kalkstückchen sind; die Sedimentschichten können ähnlich wie Baumringe datiert werden.

Eine Analyse dieser Daten zeigt, dass es tatsächlich Phasen heftiger Hurrikanaktivität in der Vergangenheit gab. Allerdings nicht dann, wenn es wärmer war – und es gab auch nicht weniger Hurrikane, als es kälter war. Stattdessen gab es dann weniger Hurrikane, wenn es viele »El Nino«-Ereignisse gab. »El Nino« ist eine Klimaanomalität im Pazifik, die für eine Weile zu einer besseren Verteilung der Wärmeenergie über die ganze Erde führt und damit Temperaturunterschiede reduziert. Das passt zu einer alternativen Erklärung für die Häufigkeit von Stürmen: Stürme entstehen dann, wenn es große Temperaturunterschiede gibt, unabhängig davon, ob das Temperaturniveau insgesamt hoch oder niedrig ist. Da die aktuelle Klimaerwärmung zu einer Abnahme globaler Temperaturunterschiede führt, erwärmen sich die höheren nördlichen Breiten stärker als die Zonen nahe dem Äquator. Das könnte bedeuten, dass schwere Stürme seltener werden.

Die Gefahr Nummer drei sind Dürren. Die Klimaerwärmung führt zu erhöhter Verdunstung aus den Ozeanen. Erdgeschichtliche Daten bestätigen dies, denn die Atmosphäre war in den Eiszeiten trocken und staubig, in warmen Phasen feucht. Für die nächsten hundert Jahre sagt auch der Weltklimarat eine Erhöhung der weltweiten Niederschläge vorher. Es gibt nur wenige Regionen, in denen sich die Niederschläge verringern. Auf der Nordhalbkugel betrifft dies vor allem die dicht besiedelten Regionen Mexikos, Südkaliforniens und Südeuropas. In diesen Ländern gibt es bereits heute sommerliche Dürren, in denen es regelmäßig zu Waldbränden kommt.

Die Ursache dafür ist eine Verschiebung der Wüstengürtel der Erde. Die Wüsten der Erde liegen normalerweise nahe den Wendekreisen: eine Auswirkung des globalen Windsystems, zu dem auch die Passatwinde gehören. Dieses planetenweite Windsystem dehnt sich

als Folge der Klimaerwärmung aus. Dadurch verschiebt sich der Wüstengürtel der Nordhalbkugel nach Norden. Südeuropa gerät damit vor allem im Sommer in den Einfluss des extrem trockenen Saharaklimas.

Die Wüsten verschieben sich also, werden aber nicht unbedingt größer: Wenn sich die Sahara nach Norden verschiebt, könnte es zum Ausgleich am Südrand der Sahara zu vermehrten Niederschlägen kommen. Das ist auch tatsächlich der Fall: In einigen Regionen der Sahelzone gibt es wieder mehr Bäume, wie Satellitenaufnahmen belegen. Das ist zwar auch die Folge intensiver Wiederaufforstungsprogramme, aber ohne Regen wären diese zum Scheitern verurteilt. Dies ist ein eindruckliches Beispiel dafür, dass sich die Wüsten keineswegs als Folge der Klimaerwärmung ausdehnen müssen. Im Gegenteil: Abgesehen von wenigen Ausnahmen wird es überall auf der Erde mehr regnen.

In den letzten hundert Jahren ist es um 0,7 Grad wärmer geworden, und das ist eine Folge der Kohlendioxidemissionen aus der Verbrennung von Erdöl, Erdgas und Kohle. Die Winter sind milder geworden, die Gletscher tauen ab. Der Meeresspiegel steigt langsam. Heftige Stürme sind häufiger geworden. Und eine weitere Klimaerwärmung ist, realistisch gesehen, unaufhaltsam. Denn die Verbrennung von Erdöl, Erdgas und Kohle wird nicht aufhören und wahrscheinlich nicht einmal abnehmen, solange die Menschheit alle zwölf Jahre um eine Milliarde wächst. Der Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre wird daher weiter steigen.

Aber in den kommenden hundert Jahren können die Folgen der Klimaerwärmung mit relativ einfachen technischen

Mitteln bewältigt werden. Der Meeresspiegel wird nur um maximal achtzig Zentimeter steigen. In den meisten Ländern wird es mehr regnen. Die Wüstengürtel der Erde verschieben in höhere Breiten, Südeuropa gerät im Sommer in den Einfluss des extrem trockenen Klimas der Sahara. Dafür wird es auf der Südseite der Sahara möglicherweise mehr regnen. Die Alpengletscher und das Eis des Nordpols werden weitestgehend verschwinden. Da sich die hohen Breiten stärker erwärmen als die Äquatorregionen, kommt es zu einer Abschwächung der globalen Temperaturunterschiede. Das könnte auch zu einer Verminderung der Sturmaktivität führen.

Entgegen den düsteren Weltuntergangsprognosen könnte die Klimaerwärmung auch gravierende Vorteile haben. Zunächst wird das Klima feuchter und wärmer werden, was zu weltweit besseren Ernten führen könnte. Große Ländern im hohen Norden werden bewohnbar werden. Das vom permanenten Eis befreite Nordpolarmeer wird ein fruchtbarer Lebensraum für eine Vielzahl von Meeresbewohnern werden.

Langfristig wird die drohende Eiszeit aufgehalten. Die Sahara könnte wieder grün werden. Grönland wird einen Großteil seines Eises verlieren. Der Meeresspiegel wird um fünf oder zehn Meter steigen, aber insgesamt könnte der Lebensraum der Menschen sogar zunehmen, da die nördlichen, bisher nahezu unbesiedelten Gebiete bewohnbar werden. Es ist unwahrscheinlich, dass der Kühlschrank der Erde, die Antarktis, auftaut. Der Meeresspiegel wird also nicht um sieben Meter steigen, und der Kölner Dom wird nicht überschwemmt werden.