

Globale Erwärmung. Der Treibhauseffekt

Kokotova A.A.,

Wissenschaftliche Betreuerin Mordovskaya T.A.

Sibirische Föderale Universität

Was bedeutet globale Erwärmung?

Der Klimawandel, genauer: die globale Erwärmung wird zum größten Teil vom Menschen verursacht. Jedes Stück Kohle, das wir verheizen, jeder Liter Erdöl oder Gas, den wir verbrennen, vergrößert die Menge an Treibhausgasen in der Atmosphäre. Wie eine immer dickere Decke legen sie sich um die Erde, schließen die Hitze ein und machen Mensch und Natur zu schaffen.

Hauptverursacher des Klimawandels ist Kohlendioxid (CO₂): Das Gas ist für mehr als 60 Prozent der weltweiten Erderwärmung verantwortlich. In den letzten 420.000 Jahren waren die CO₂-Werte in der Atmosphäre niemals höher als heute.

Die wichtigsten Quellen für CO₂ sind Kohle, Erdöl und Gas. Etwa 97 Prozent der Emissionen in westlichen Industrienationen entstammten der Verbrennung dieser fossilen Rohstoffe zur Energiegewinnung. Rund 31,5 Milliarden Tonnen CO₂ werden jährlich in die Erdatmosphäre geblasen – mehr als 900 Tonnen jede Sekunde. Mit dramatischen Folgen: Der Anstieg der globalen Temperaturen gefährdet ernsthaft die fragilen Wechselwirkungen des Weltklimas.

Der WWF ist überzeugt, dass der Temperaturanstieg deutlich unter zwei Grad Celsius liegen muss, um gefährliche Folgen des Klimawandels abzuwenden. Es ist bereits nachgewiesen, dass bereits ein Anstieg von zwei Grad eine Reihe von Auswirkungen auf Korallenriffe, die Polargebiete und regionale Gemeinschaften haben wird. Mehr darf es deshalb nicht werden.

Wir müssen endlich beginnen, unsere Emissionen zu reduzieren, um die Atmosphäre nicht noch weiter Kohlendioxid aufzufüllen. Wissenschaftlich ausgedrückt bedeutet das, den CO₂-Anteil in der Atmosphäre unterhalb von 450 ppm (Millionstel Volumenanteile) zu halten.

Der Treibhauseffekt

Dem natürlichen Treibhauseffekt verdanken wir unser Leben. Ohne ihn läge die Mitteltemperatur auf der Erde nicht bei plus 15, sondern minus 18 Grad Celsius.

Sonnenstrahlen treffen als ultraviolette Strahlung (UV) auf die Erdoberfläche und erwärmen diese. Ein Teil dieser Energie wird in Form von langwelliger infraroter Strahlung reflektiert, also wieder Richtung Weltraum zurückgeworfen. Von dieser reflektierten infraroten Strahlung wiederum wird ein Teil in der Atmosphäre von Gasen wie Wasserdampf, Ozon, Kohlendioxid (CO₂) und anderen quasi zurückgehalten. Diese langwellige infrarote Sonnenstrahlung fällt zur Erde zurück und erwärmt sie wie ein Treibhaus. Dieser natürliche Treibhauseffekt ist damit so etwas wie eine gigantische, erdumspannende Temperaturregelung, die Leben unter den herrschenden Bedingungen ermöglicht.

Der natürliche Kreislauf des Kohlendioxid hält die Konzentration von CO₂ in der Atmosphäre im Gleichgewicht: CO₂ entsteht beim Ausbruch von Vulkanen, bei der Zersetzung von Pflanzen und beim Ausatmen von Tieren. Es gelangt in die Atmosphäre, wo es etwa 100 Jahre verweilt, bis es durch Photosynthese wieder in Pflanzen eingebaut oder im Meerwasser aufgelöst wird. Die gesamte Menge an atmosphärischem CO₂ der Erde ist sehr groß und die Volumen der einzelnen CO₂-Speicher befinden sich in einem Gleichgewicht.

Und das macht der Mensch

Die durch den Menschen bislang in die Atmosphäre hinzugefügten Mengen verändern dieses Gleichgewicht und haben damit enorme Auswirkungen. Vor allem mit dem Aufschwung der industriellen Revolution seit Mitte des 19. Jahrhunderts starteten wir ein „massives Experiment

mit dem System unseres Planeten“, wie die ehemalige britische Premierministerin und Chemikerin Margaret Thatcher bereits im November 1988 feststellte. Denn seither produzieren wir zusätzliche Treibhausgase, die sich in der Atmosphäre anreichern und dort noch mehr Sonnenwärme zurückhalten. Auf diese Weise heizen wir unseren Planeten zusätzlich auf – wie ein Gewächshaus in der Mittagshitze, dessen Gläser dicker werden und immer mehr Wärme zurückhalten. Das ist der so genannte anthropogene Treibhauseffekt.

Die wichtigsten Treibhausgase

Kohlenstoffdioxid (CO₂)

Auslöser war die Industrialisierung vor über 150 Jahren und das folgende, rapide ansteigende Wirtschaftswachstum – durch neue Maschinen, die sehr viel Energie benötigten. Diese wurde und wird noch immer vor allem durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe wie Kohle, Erdöl und Erdgas gewonnen. Dabei entstehen Abgase, vor allem Kohlendioxid (CO₂). Sein Anteil in der Erdatmosphäre stieg seit dem ausgehenden 18. Jahrhundert von etwa 280 ppm (Teilchen pro Million) auf heute 386 ppm. Das ist ein Plus von rund 38 Prozent.

Laut World Resources Institute in Washington gelangten in den vergangenen 200 Jahren durch Menschen zusätzlich 2,3 Billionen Tonnen CO₂ in die Atmosphäre – die Hälfte davon allein in den letzten 30 Jahren. Jedes Jahr kommen weitere 31,5 Milliarden Tonnen Kohlendioxid durch den Menschen weltweit in die Atmosphäre. Szenarien für zukünftige Entwicklungen lassen bei einem ungebremstem „weiter so“ Konzentrationen bis zu 900 ppm zum Ende dieses Jahrhunderts als wahrscheinlich erscheinen – fast 140 Prozent mehr als heute.

Da weltweit Energie noch immer zu gut 75 Prozent aus den genannten fossilen Energieträgern gewonnen wird, ist Kohlendioxid heute das Treibhausgas Nummer eins. Sein Anteil an den anthropogenen Treibhausgasen und damit am Klimawandel beträgt über 60 Prozent.

Methan (CH₄)

Neben Kohlendioxid erwärmt auch Methan (CH₄) die Atmosphäre beträchtlich. Es entsteht durch biologische Zersetzungsprozesse, wann immer organisches Material unter Luftabschluss gerät: auf Reisfeldern, Mülldeponien, bei der Gewinnung von Kohle oder durch Verdauungsgase aus Millionen Rindermägen.

Methan wird höchstwahrscheinlich auch durch biologische Prozesse freigesetzt, wenn beständig gefrorener Grund auftaut (Permafrostgebiete). Dessen Konzentration in der Atmosphäre stieg seit 1850 von 0,7 ppm auf 1,77 ppm – also auf mehr als das Doppelte.

Distickstoffoxid (N₂O)

Das so genannte Lachgas stammt vor allem aus landwirtschaftlichen Düngemitteln und der Verbrennung von Biomasse. Seit 1850 stieg die Konzentration von 0,27 auf 0,32 ppm.

Wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (HFC bzw. H-FKW), perfluorierte Fluorkohlenwasserstoffe (PFC bzw. FKW) und Schwefelhexafluorid (SF₆) werden hauptsächlich zur Kühlung und zur Dämmung eingesetzt und gelten als sehr klimawirksam.

Zusätzlicher Wasserdampf (H₂O)

Entsteht besonders aus Verbrennungsmotoren hochfliegender Flugzeuge und ist als Kondensstreifen am Himmel sichtbar. Sein Gehalt liegt heute bei 0,02 bis 0,3 ppm in der Troposphäre (Vergleichszahlen aus vorindustrieller Zeit liegen nicht vor). Insbesondere ist die Tatsache problematisch, dass der Wasserdampf in der Höhe ausgebracht wird, wo er sofort wirksam werden kann.

Die Verursacher

Hauptquelle für Treibhausgase, insbesondere CO₂, ist die Erzeugung von Energie. Dazu werden auch heute noch in Kraftwerken die fossilen, sehr kohlenstoffintensiven Energieträger wie Stein- und Braunkohle, aber auch Erdöl und Erdgas verbrannt. Rund 37 Prozent der vom Menschen produzierten weltweiten CO₂-Emissionen fallen bei der Stromerzeugung an. Knapp

40 Prozent der weltweit erzeugten Energie basiert noch immer auf dem fossilen Brennstoff Kohle.

Zudem weisen die meisten weltweit betriebenen Kraftwerke eine enorm geringe Energieeffizienz auf. Oft bedeutet dies, dass nur ein Viertel bis ein Drittel der eingesetzten Energie wirklich genutzt wird.

Emissionen nach Ländern

Die Industrieländer sind die Hauptverursacher des vom Menschen verursachten Treibhauseffektes. Rund 58 Prozent des im gesamten 20. Jahrhundert in die Luft geblasenen Kohlendioxids beispielsweise wurden in Europa und den USA erzeugt.

Heute steigt vor allem in den Entwicklungsländern der Ausstoß an Treibhausgasemissionen stark an. Der Wachstumsgigant China ist laut internationaler Energieagentur inzwischen vor den USA – gemessen an CO₂-Emissionen fossiler Brennstoffe– zum größten Emittenten geworden. Die 27 Länder der Europäischen Union produzieren nur etwa zwei Drittel der Emissionen Chinas.

Gemessen an der Einwohnerzahl (1,3 Milliarden) befindet sich China allerdings in der unteren Hälfte der Tabelle: Der Pro-Kopf-Verbrauch liegt hier bei circa 6 Tonnen Kohlendioxid jährlich. Zum Vergleich: Jeder Deutsche produziert im Durchschnitt zwölf Tonnen CO₂ im Jahr, jeder US-Amerikaner knapp 25 Tonnen und jeder Bewohner des arabischen Golfstaates Qatar sogar durchschnittlich fast 80 Tonnen Kohlendioxid im Jahr.

Zwischen 1990 und 2009 ist der Ausstoß energiebedingter CO₂-Emissionen weltweit um 41 Prozent angestiegen, von 22,5 Gt auf 31,5 Gt. Das liegt vor allem daran, dass der Bedarf an Energie weltweit stetig anwächst.

In Deutschland ist der Ausstoß an Kohlendioxid zwischen 1990 und 2008 um 21,3 Prozent gesunken. Die Ursachen hierfür liegen zum größten Teil im Wegfall vieler sehr CO₂-intensiver und ineffizienter ehemaliger DDR-Industrien. Die Entwicklungen der letzten Jahre zeigen indes einen beunruhigenden Trend: Die Emissionen in den CO₂-intensivsten Sektoren Energieerzeugung (und teilweise auch Transport) stagnieren seit dem Jahr 2000. Ein klarer fortschreitender Abwärtstrend lässt sich nicht erkennen. Insgesamt stieg der deutsche Kohlendioxid-Ausstoß 2006 sogar um 0,6 Prozent auf 878 Millionen Tonnen an. Deutschlands Anteil an den weltweiten CO₂-Emissionen beträgt noch immer knapp unter 3%.

Weitere globale Ursachen

Die Umwandlung großer Wälder in landwirtschaftliche Nutzflächen heizt die Erde gleich doppelt auf: Zum einen werden bei Abholzung und Brandrodung Kohlendioxid und andere Treibhausgase frei. Zum anderen fehlen diese gerodeten Wälder als große CO₂-Speicher. So entstehen ungefähr ein Fünftel aller Treibhausgase durch die Vernichtung von Wäldern und eine veränderte Flächennutzung.

Wird auf diesen Flächen dann noch Rinderzucht betrieben, was häufig die Ursache der Rodung ist, werden noch weitere 80 Millionen Tonnen Methan – die Verdauungsgase der Tiere – pro Jahr freigesetzt. Aber auch der Reisanbau auf nassen Feldern trägt in ähnlicher Größenordnung zu den globalen Methanemissionen bei.

Treibhausgase werden also aus völlig unterschiedlichen Gründen verursacht – zum Überleben (Reisanbau) genauso wie für Freizeitvergnügen (Flugreise). Dies gilt es bei den Forderungen und Ansätzen zur künftigen Vermeidung von Treibhausgasemissionen zu bedenken.

Auswirkungen für Mensch und Natur

Auswandern oder Aussterben?

Der Klimawandel trifft alle Lebensformen. Die Vegetationszonen zum Beispiel werden sich bei „Business as usual“ (das entspricht plus drei Grad Celsius bis zum Jahr 2100 im globalen Durchschnitt) um schätzungsweise über 400 Kilometer polwärts verschieben. Tiere müssten den Pflanzen folgen – was in unseren dicht bevölkerten und bebauten Regionen für viele von

ihnen kaum möglich wäre. Im Bergland verschöbe sich die Vegetation bei gleichem Temperaturanstieg um bis zu 500 Meter nach oben. Ein Zehntel der Berge bewohnenden Pflanzen- und Tierarten der Erde wäre betroffen – zum Beispiel Rote Pandas, Moschustiere und Kragenbären. Ganze Lebensräume rund um den Globus stehen vor dramatischen Veränderungen. Als akut bedroht hat der WWF bereits 1992 Korallenriffe eingestuft. Korallenriffe sind durch die ungewöhnlich warmen Wassertemperaturen der letzten Jahre schon jetzt weltweit stark geschädigt. Sie bleichen bei steigender Wassertemperatur rascher aus und sterben ab. Mangrovenwälder an tropischen Küsten verkraften nur einen moderaten Anstieg des Meeresspiegels. Der WWF schätzt jedoch, dass die Wasserhöhe bis 2100 mehr als einen Meter ansteigen wird. Für viele Regionen wäre das überaus dramatisch: Die indischen Sundarbans, die ausgedehntesten Mangrovensümpfe der Welt, könnten dann beispielsweise völlig verschwinden. Küstenlebensräumen und Inselpopulationen wie etwa Tuvalu oder den Seychellen droht der Untergang.

Veränderungen in der Arktis wirken sich wiederum auf den Klimawandel aus, und zwar weitaus dramatischer als bisher angenommen. So prognostiziert die WWF-Studie „Arktische Rückkopplungen: Auswirkungen auf das globale Klima“, dass ein Viertel der Weltbevölkerung in Zukunft von Überflutungen betroffen sein könnte. Auch ein gewaltiger Anstieg von Treibhausgasemissionen wird befürchtet. Denn in den gefrorenen Böden der Arktis ist doppelt so viel Kohlenstoff gespeichert, wie in der Atmosphäre enthalten ist.

Der WWF sieht sich damit in seinen Analysen bestätigt: Der vom Menschen verstärkte Treibhauseffekt und der dadurch bedingte Klimawandel stellen die größte aller Bedrohungen für die Artenvielfalt auf unserem Planeten dar. Die Gefährdung der natürlichen Lebensräume ist zugleich eine Gefährdung unserer Nahrungs- und damit Existenzgrundlage.