

Klimaveränderung – Fakt oder Fiktion?

Jörg Rentsch

Maturitätsschule für Erwachsene, Luzern

Quintessenz

- Das Klima hat sich schon immer ständig verändert. Das Klima ist nichts Stetiges, sondern etwas Dynamisches.
- Weder die Geschwindigkeit noch das Ausmass des heutigen Klimawandels kann mit den Mechanismen der natürlichen Klimaschwankungen erklärt werden.
- Der Mensch greift vor allem durch seinen grossen Verbrauch an fossilen Energieträgern massiv in die natürlichen Kreisläufe ein und verändert damit das Klima.
- Das Ausmass und damit die Folgen dieses vom Menschen verursachten Klimawandels hängen sehr stark von den Entwicklungen der Technik, der Wirtschaft, der Bevölkerung und politischen Entscheiden in den nächsten Jahrzehnten ab.

Ursachen natürlicher Klimaschwankungen

Es sind verschiedene Faktoren, die das Klima in der Vergangenheit bestimmt haben. Die Änderungen der himmelsmechanischen Grössen, wie das Schwanken der Erdachse (Zyklus 41 000 Jahre), die Veränderung der Umlaufbahn der Erde um die Sonne (Exzentrizität, Zyklus 100 000 Jahre) und die Änderung der Richtung der Erdachse (Präzession, Zyklus 25 800 Jahre), führen zu Schwankungen der Sonneneinstrahlung in der Grössenordnung von 5 bis 10%. Diese werden als Milankovi-Zyklen bezeichnet.

Das Klima wird ebenfalls durch die Sonnenaktivität beeinflusst, die in Zyklen von 11 Jahren verläuft. Ein Mass für die Sonnenaktivität ist die Zahl der Sonnenflecken. Eine hohe Zahl an Sonnenflecken ist ein Zeichen für eine starke Sonnenaktivität. Die Sonneneinstrahlung schwankt dabei in der Grössenordnung von 0,1%. Eine aktivere Sonne strahlt mehr Energie ab, somit wird es auf der Erde wärmer. Verstärkt wird die Erwärmung, indem die schwankende Sonnenaktivität das Magnetfeld der Sonne beeinflusst. Dieses schützt uns vor der kosmischen Teilchenstrahlung, je grösser die Sonnenaktivität, desto stärker der Schutz vor der Teilchenstrahlung. Die Teilchenstrahlung verstärkt in der Atmosphäre die Bildung von Wolken und führt somit zur Reduktion der Sonnenstrahlung. In Phasen hoher Sonnenaktivität ist die Teilchenstrahlung und somit die Wolkenbildung besonders klein, was zusätzlich zur Erwärmung führt.


Neben diesen beiden Faktoren spielt auch die Zusammensetzung der Atmosphäre eine Rolle für das Klima. Die Treibhausgase – hauptsächlich CO₂, aber auch Me-

than, Lachgas, Fluorkohlenwasserstoffe, Schwefelhexafluorid – und der Anteil von Aerosolen wie Staub sowie Schwefel können das Klima beeinflussen. Der CO₂-Gehalt hängt von vielen verschiedenen Faktoren ab. Klimaveränderungen wie Eiszeiten wirken sich als Rückkopplung auf den CO₂-Gehalt aus. Aber auch Vulkanausbrüche, kosmische Katastrophen wie Meteoriteneinschläge oder auch die Lage der Kontinente führen so zu Klimaveränderungen.

Ausmass und Geschwindigkeit des Klimawandels

In Abbildung 1  ist die Temperaturveränderung in der Nordhemisphäre in den letzten 150 Jahren dargestellt. Aus ihr wird ersichtlich, dass seit 1850 eine starke Erwärmung stattfindet. In dieser Zeit ist die globale Durchschnittstemperatur um ca. 0,8 °C gestiegen. Dabei nimmt auch die Geschwindigkeit der Erwärmung laufend zu, wie Abbildung 1 verdeutlicht. Nicht alle Gebiete auf der Welt sind von der Erwärmung gleich stark betroffen. Überdurchschnittlich stark haben sich die Kontinente in der Nordhemisphäre erwärmt. Vergleicht man den aktuellen Temperaturanstieg mit Temperaturveränderungen in der Erdgeschichte, so stellt man fest, dass das Tempo der Erwärmung viel höher ist als die bisherigen Veränderungen in der Erdgeschichte. Bei den Niederschlägen ist in den letzten 150 Jahren kein globaler Trend sichtbar. Es ist aber regional zu massiven Veränderungen gekommen; so sind im Mittelmeerraum, den Sahelgebieten und dem Westen der USA bis zu 70% weniger Niederschläge gefallen. Andere Gebiete, wie der Norden Eurasiens, der Osten der USA, der Westen Australiens und der Süden Südamerikas, weisen ca. 40% mehr Niederschläge auf.

Ursachen des aktuellen Klimawandels

Um die Mechanismen des aktuellen Klimawandels zu verstehen, muss man sich zuerst mit dem «natürlichen Treibhauseffekt» auseinandersetzen (Abb. 2 ). Der

Dieser Artikel ist die Zusammenfassung einer Präsentation, die anlässlich des 36. Zentralschweizer Symposiums für Innere Medizin am 19. Juni 2010 in Luzern gehalten wurde. Der vorliegende Artikel basiert weitgehend auf den Erkenntnissen des *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen), des Umweltprogramms der UNO und der Weltorganisation für Meteorologie.



Jörg Rentsch

Der Autor erklärt, dass er keine Interessenkonflikte im Zusammenhang mit diesem Beitrag hat.

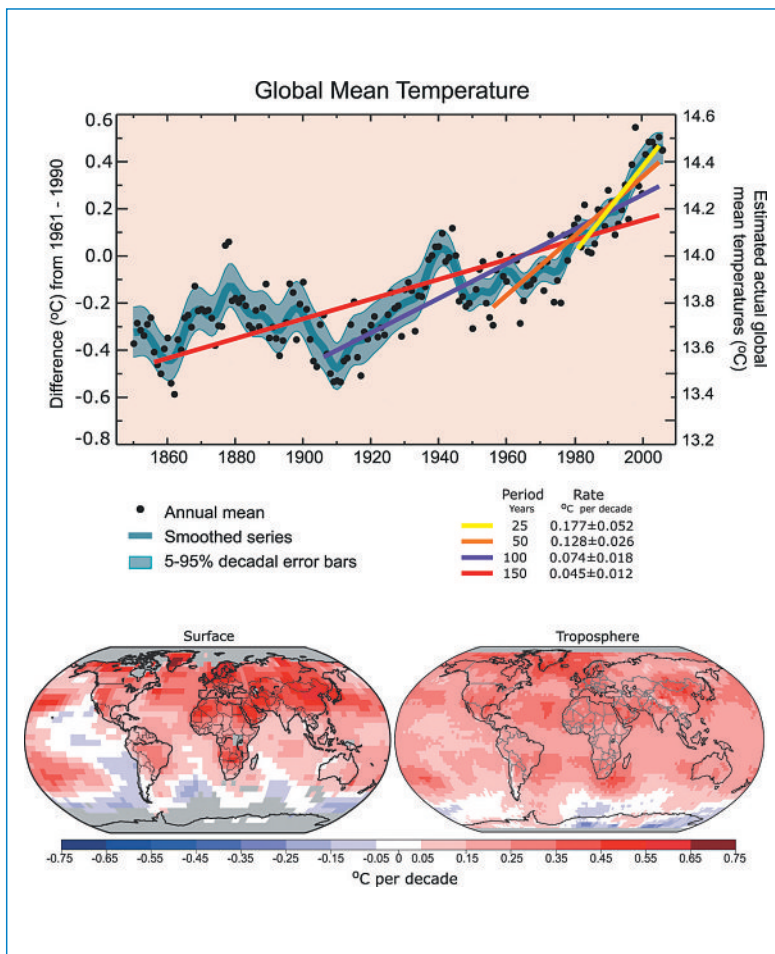


Abbildung 1

Entwicklung der globalen Durchschnittstemperatur seit 1860. Die obere Grafik stellt die Durchschnittstemperatur der Erdoberfläche in den letzten 150 Jahren dar. Eingezeichnet wurden auch die Steigerungsraten der letzten 150, 100, 50 und 25 Jahre. Auf den beiden unteren Karten ist die regionale Verteilung der Temperatursteigerung auf der Erdoberfläche (*Surface*) und in der Troposphäre (*Troposphere*) eingezeichnet [1].

natürliche Treibhauseffekt ist verantwortlich, dass die globale Durchschnittstemperatur bei +15 °C statt bei -18 °C liegt. Er ermöglichte es erst, dass sich das Leben auf der Erde so entwickeln konnte, wie wir es kennen. Die Sonne strahlt hauptsächlich im kurzwelligen Bereich (Abb. 2: *Incoming Solar Radiation* 342 Wm²). Rund die Hälfte der kurzwelligen Sonnenstrahlung erreicht die Erde und wird von dieser aufgenommen (Abb. 2: *Absorbed by Surface* 168 Wm²). Der Rest geht auf dem Weg durch die Atmosphäre, z.B. an den Wolken, verloren. Ein Teil davon wird reflektiert und ins Weltall zurückgestrahlt (*Reflected by Clouds, Aerosol and Atmospheric Gases* 77 Wm²), ein anderer Teil wird von der Atmosphäre aufgenommen (*Absorbed by Atmosphere* 67 Wm²). Die von der Erde aufgenommene kurzwellige Sonnenstrahlung wird von der Erde als langwellige Wärmestrahlung (*Surface Radiation* 390 Wm²) wieder ausgestrahlt. Diese langwellige Strahlung wird nun fast vollständig von der Atmosphäre resp. von den Treibhausgasen in der Atmosphäre aufgenommen. Sie ist nachher in Form von latenter Wärme in der Atmosphäre gespeichert. Nur ein kleiner Teil der Erdatstrahlung (*Atmospheric Window* 40 Wm²)

gelangt direkt in das Weltall. Die Atmosphäre gibt nun ihrerseits diese Energie in Form von langwelliger Wärmestrahlung ab. Der grösste Teil davon wird auf die Erde zurückgestrahlt (*Back Radiation* 324 Wm²). Diese Rückkopplung Erde–Atmosphäre–Erde bezeichnet man als natürlichen Treibhauseffekt. Der Anteil der Treibhausgase bestimmt dabei das Ausmass des natürlichen Treibhauseffektes. Auf der Venus, wo der CO₂-Gehalt bei 95% liegt, ist es daher rund 500 °C heiss. Auf der Basis von Messungen des Gehaltes von CO₂ und des ¹⁸O-Isotops im Eis von Grönland und der Antarktis konnten Wissenschaftler sehr gut die Temperatur und den CO₂-Gehalt der letzten 400 000 Jahre rekonstruieren. Der Vergleich der beiden Grössen bestätigt das Modell des natürlichen Treibhauseffektes.

Die natürlichen Ursachen des Klimawandels vermögen das Ausmass und die Geschwindigkeit des Temperaturanstiegs der letzten 150 Jahre nicht zu erklären. Um den aktuellen Temperaturanstieg erklären zu können, muss auch die veränderte Zusammensetzung der Atmosphäre in den letzten 150 Jahren in die Betrachtung einbezogen werden. So hat in dieser Zeit der Anteil der Treibhausgase durch die Tätigkeit der Menschen stark zugenommen. Das wichtigste Treibhausgas ist das CO₂. Der Anteil des CO₂ hat von ca. 270 ppm (*parts per million*) Luftteilchen um 1850 auf 395 ppm im Jahre 2009 zugenommen. Geht man vom Modell des natürlichen Treibhauseffektes aus, so muss dies zwangsläufig zu einer Zunahme der globalen Durchschnittstemperatur führen. Diese menschengemachte Erwärmung bezeichnet man als «anthropogenen Treibhauseffekt».

Natürlich sind die heute in der Wissenschaft verwendeten Modelle für den Klimawandel viel komplizierter als das oben erklärte Modell. Auf der einen Seite werden die einzelnen Modelle immer weiter entwickelt und somit immer komplexer, andererseits werden immer mehr verschiedene Modelle (Atmosphäre, Landoberfläche, Ozeane, Meereseis, Sulphataerosole, Nichtsulphataerosole, CO₂-Kreislauf, dynamische Vegetation und Atmosphärenchemie) miteinander gekoppelt. Durch diese gekoppelten Modelle kann heute eine realistische Simulation des Klimas mit den wesentlichen Antriebsfaktoren gemacht werden. Es kann, wie aus der Abbildung 3 ersichtlich ist, der anthropogene Einfluss auf das Klima physikalisch plausibel erklärt und von den natürlichen Trends unterschieden werden.

Szenarien des Klimawandels

Wie sich das Klima in Zukunft entwickeln wird, hängt von vielen verschiedenen Faktoren ab. Im IPCC-Bericht (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) der UNEP (*United Nations Environment Programme*) wurden dazu 40 verschiedene Szenarien entwickelt, welche die Entwicklung der wichtigsten Faktoren, wie die Bevölkerungsentwicklung, die Ökonomie, technologische Veränderungen, Ressourcenverbrauch und Umweltmanagement, differenzierter berücksichtigen. Je nach Szenario sind die Auswirkungen auf das Klima unterschiedlich. Die Zunahme der Treibhausgase und Änderungen der Schwefelemissionen führen im IPCC-Modell

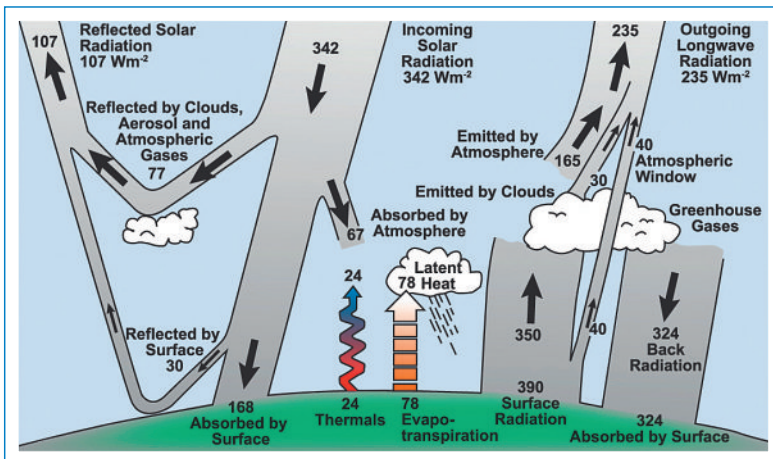


Abbildung 2

Strahlungsbilanz. Incoming Solar Radiation (342 Wm^2 , kurzwellige Einstrahlung der Sonne); Reflected Solar Radiation (107 Wm^2 , kurzwellige Abstrahlung der Erde); Absorbed by Surface (168 Wm^2 , Aufnahme der Sonnenstrahlung durch die Erde); Surface Radiation (390 Wm^2 , langwellige Abstrahlung der Erde); Atmospheric Window (40 Wm^2 , direkte Abstrahlung der Erde ins Weltall); Back Radiation (324 Wm^2), Thermals (24 Wm^2) und Evapotranspiration (78 Wm^2): Energietransport von der Erde in die Atmosphäre, die nicht über elektromagnetischen Wellen geht, sondern gebunden ist an Materie, z.B. verdunstendes Wasser; langwellige Rückstrahlung der Atmosphäre → natürlicher Treibhauseffekt [2].

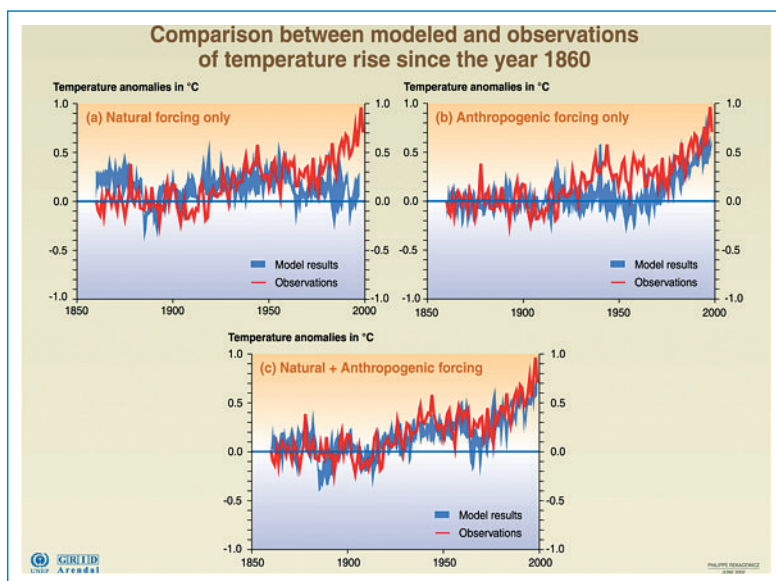


Abbildung 3

Vergleich zwischen gemessenem und modelliertem Temperaturverlauf von 1850 bis 2000. In (A) wird der gemessene Temperaturverlauf dem Temperaturverlauf, der aufgrund des natürlichen Klimawandels zu erwarten ist, gegenübergestellt. In (B) wird der gemessene Temperaturverlauf dem Temperaturverlauf, der aufgrund des anthropogenen Treibhauseffektes zu erwarten ist, gegenübergestellt. In (C) werden nun beide Faktoren in die Modellrechnung einbezogen und erreichen so eine gute Übereinstimmung mit den tatsächlich beobachteten Werten [3].

je nach Szenario zu einer globalen Erwärmung, die im Jahr 2100 Werte zwischen $2,5$ und $4,1 \text{ °C}$ erreichen. Dabei ist mit grossen regionalen Unterschieden zu rechnen. Die polnahen Gebiete vor allem in der Nordhemisphäre werden überdurchschnittlich stark von dieser Erwärmung betroffen sein. Je nach Szenario wird es unterschiedlich lang dauern, bis ein neues Gleichgewicht beim Klima erreicht wird. Bei der Temperatur wird dies zwischen 100 und 200 Jahre dauern.

Beim Anstieg des Meeresspiegels wird es bis zu 1000 Jahre dauern, bis sich dieser auf einem höheren Niveau stabilisiert.


Dangerous Climate Change

Es stellt sich die Frage: Wie viel Klimawandel verträgt die Erde? Gibt es eine Grenze, bei der das Klimasystem kollabiert und unberechenbar wird? Zwar sind die Auswirkungen auf das Klimasystem schon bei weniger als 2 °C Erwärmung gross, aber bei einer Erwärmung von mehr als 2 °C besteht die Möglichkeit, dass die thermohaline Zirkulation zusammenbricht und das Klimasystem aus den Fugen gerät. Die thermohaline Zirkulation ist ein wichtiger Bestandteil des Klimasystems und stellt eine wichtige Verbindung zwischen Ozean und Atmosphäre dar. Man kann sich diese als weitverzweigte Meeresströmung vorstellen, die Oberflächenströmungen mit Tiefenströmungen verbindet und somit wichtig ist für den globalen Wärmetransport. Angetrieben wird sie durch Dichteunterschiede des Meeresswassers, die verursacht werden entweder durch Unterschiede in der Temperatur (Thermo-) oder des Salzgehalts (-haline). Ein Temperaturanstieg von 2 °C und mehr wird erreicht, wenn die CO_2 -Konzentration auf 450 bis 550 ppm steigt. Diese 450 bis 550 ppm stellen also eine Grenze für die Stabilität des Klimasystems dar. Wird diese Grenze überschritten, so besteht die Gefahr, dass das globale Klimasystem zusammenbricht und somit unkalkulierbar wird. Um diese Grenze nicht zu überschreiten, muss aus heutiger Sicht der CO_2 -Ausstoss der reicheren Länder halbiert werden.

Auswirkungen des Klimawandels

Der Klimawandel wird sich global auswirken, regional aber unterschiedliche Ausprägung haben. Nicht alle Menschen werden gleich vom Klimawandel betroffen sein. Die folgende Aufzählung ist nur eine kleine Auswahl der Auswirkungen des Klimawandels:

- Klima- und Vegetationszonen verschieben sich;
- Artensterben, Rückgang der biologischen Vielfalt;
- Korallenriffe bleichen aus/sterben ab;
- Anstieg des Meeresspiegels;
- Auswirkungen auf den hydrologischen Zyklus, Gletscher schmelzen etc.;
- Klimabedingte Naturkatastrophen: Hitzewellen, Dürre, Stürme.

Für den Menschen kann der Klimawandel sowohl negative wie auch positive Aspekte haben (Abb. 4 ). Es ist leider davon auszugehen, dass die negativen Aspekte bei der Mehrheit der Menschen überwiegen werden. Auch hier kann nur eine Auswahl von Effekten angegeben werden:

Nachteilige Effekte

- Rückgang der Ernteerträge in vielen Regionen, vor allem in tropischen und subtropischen Ländern;
- Zunahme von Trinkwasserknappheit;
- Zunahme von Krankheiten und Sterblichkeit bei

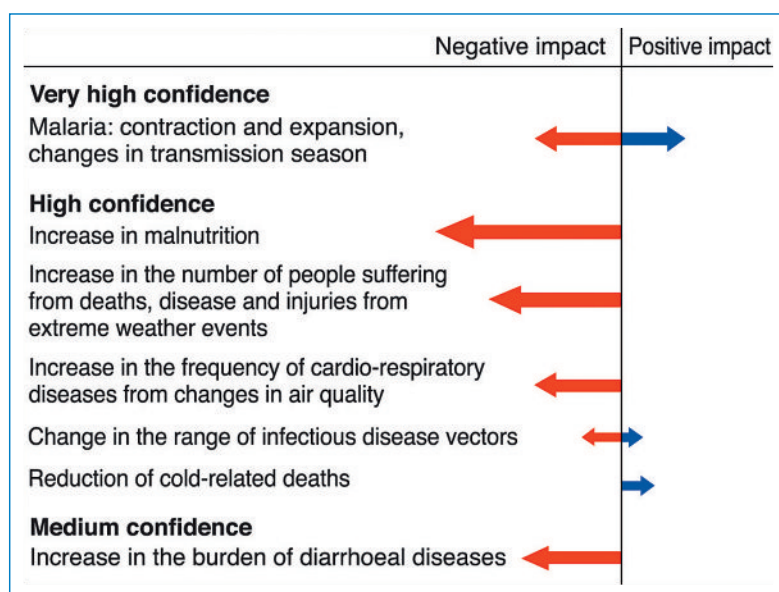


Abbildung 4

Auswirkungen des Klimawandels auf den Menschen; Einschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit nach IPCC (*Very high confidence* = sehr hohe Eintrittswahrscheinlichkeit; *High confidence* = hohe Eintrittswahrscheinlichkeit; *Medium confidence* = mittlere Eintrittswahrscheinlichkeit); blau: positive Auswirkungen, rot: negative Auswirkungen; die Länge der Pfeile gibt das Ausmass der Auswirkung wieder [4].

Zunahme der Temperaturen (z.B. Malaria in Mitteleuropa) und der Klimaextreme wie Hitzewellen;

- Zunahme von Überflutungen durch Zunahme von Starkregen und Anstieg des Meeresspiegels;
- Gesteigerter Energiebedarf für Kühlzwecke.

Vorteile

- Zuwächse der Ernteerträge in einigen Regionen;
 - Weniger Kälteopfer;
 - Höheres Trinkwasserangebot in einigen Regionen;
 - Geringerer Energiebedarf für Heizung.
- Dies führt sicher zu grösseren Migrationsbewegungen und somit auch zu Konflikten.

Folgen für die Schweiz

Natürlich gibt es auch für die Schweiz verschiedene Szenarien. Die Temperaturen steigen in der Schweiz stärker als im globalen Durchschnitt. Es wird von einer Erwärmung zwischen 1,1 und 3,7 °C bis 2050 ausgegangen. Die Niederschläge werden im Winter um ca. 10% zunehmen und im Sommer um ca. 20% abnehmen. Die Jahresniederschläge werden leicht abnehmen. Die volkswirtschaftlichen Kosten durch den Klimawandel (Sturmkosten, zusätzlich Verbauungen, Ernteverluste, Einbussen in der Stromproduktion etc.) nehmen stetig zu und belaufen sich je nach Szenario für das Jahr 2050 auf 0,5 bis 2 Mia. Franken pro Jahr. Der Klimawandel wird sich in einer Abnahme der Schneesitage niederschlagen. Dies dürfte vor allem die Schweizer Skigebiete treffen, im Jahr 2050 sind 50% aller Skigebiete in der Schweiz nicht mehr schneesicher. Ebenfalls stark betroffen ist die Alpenregion durch den schmelzenden Permafrost (Boden, Sediment oder Ge-

stein, welches mindestens zwei Jahre ununterbrochen Temperaturen unter dem Gefrierpunkt aufweist), der viele Alpenhänge stabilisiert. Durch das Abschmelzen steigt die Gefahr von Murgängen und Rutschungen. Auch die Stabilität der Infrastruktur ist durch das Auftauen des Permafrosts bedroht. So mussten z.B. in Pontresina schon jetzt massive, teure Verbauungen wegen des auftauenden Permafrosts erstellt werden. Auch die Gletscher werden stark unter dem Klimawandel leiden. Es wird damit gerechnet, dass bis 2030 30 bis 70% der Gletscherfläche verschwunden sein wird. Dies bedroht ebenfalls die Hangstabilität in den Alpen. Die Gefahr von Murgängen, Fels- und Eisstürzen nimmt zu. Auch führt der Gletscherschwund zu einer Veränderung des Wasserkreislaufs weit über die Alpen hinaus. Mit extremem Niedrigwasser auch bei grossen Flüssen ist zu rechnen. Zu erwarten ist eine Zunahme von Extremereignissen, wie Stürmen, Hochwasser, Dürren. Solche Extremereignisse werden auch die Landwirtschaft stark treffen und zu Ernteeinbussen führen. Gleichzeitig kann es aber durch die längeren Vegetationsperioden und die Ausweitung der Anbaugelände in Höhenlagen zu Ertragssteigerungen kommen.

Klimaschutz

Im globalen Massstab ist der CO₂-Ausstoss für rund ¾ des anthropogenen Treibhauseffekts verantwortlich. Rund 56% macht dabei die Verbrennung fossiler Treibstoffe aus. Weitere 17% trägt die Abholzung dazu bei. Der Anteil des Methans macht 14% und der des Stickstoffs 8% aus. Gerade in den letzten Jahren ist der Anteil der fossilen Brennstoffe überdurchschnittlich gestiegen. 2009 hat China (26%) die USA (23% des globalen CO₂-Ausstosses) als grösster Verursacher von CO₂ überholt. China, die USA, die EU, Indien, Russland und Japan sind für 85% des CO₂-Ausstosses verantwortlich. Die Weltgemeinschaft ist sich der Klimaproblematik bewusst, und es wurden seit der Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung in Rio 1992 verschiedene Anstrengungen unternommen, den CO₂-Ausstoss in den Griff zu bekommen und somit die globale Erwärmung zu stoppen. Im Kyoto-Protokoll von 1997 wurden erstmals konkrete Reduktionsziele festgelegt. Die Industrieländer verpflichteten sich darin, ihre Treibhausgasemissionen im Durchschnitt der Jahre 2008 bis 2012 gegenüber 1990 um mindestens 5% zu reduzieren. 132 Staaten haben das Protokoll ratifiziert. Nicht darunter sind die USA. An der Kopenhagener Klimakonferenz von 2009 sollte eine Nachfolgeregelung gefunden werden. Die Staaten konnten sich jedoch nicht einigen und beschlossen nur eine rechtlich nicht bindende Absichtserklärung. Die Klimaerwärmung soll auf 2 °C beschränkt und bis 2012 sollen Gelder in der Höhe von 20 Mia. US-Dollar, bis 2050 gar 100 Mia. zur Verfügung gestellt werden. Die konkreten Details sollen an der Klimakonferenz von Mexiko im November 2010 festgelegt werden. Nicht einigen konnten sich die Staaten auf eine Halbierung der Emission der Treibhausgase, die notwendig ist, um die Erwärmung unter 3 °C zu halten.

Die Schweiz verpflichtete sich im Kyoto-Protokoll, die Emissionen an Treibhausgasen um 8% gegenüber 1990 zu reduzieren. Die rechtliche Grundlage dafür bietet das CO₂-Gesetz. Dies soll vor allem durch freiwillige Massnahmen der Wirtschaft und eine CO₂-Abgabe auf Heizöl/Gas geschehen. 2008 lagen die Emissionen fast gleich hoch wie 1990. Während bei den Brennstoffemissionen eine Reduktion um ca. 10% zu verzeichnen war, ist bei den Treibstoffemissionen ein Anstieg um ca. 15% zu beobachten. Es ist daher nicht zu erwarten, dass die Schweiz ihre Ziele erreichen wird, auch wenn die Wirtschaftskrise von 2009 den CO₂-Ausstoss senken wird. In der Gesetzesrevision von 2010 wurde für 2020 eine Reduktion der Treibhausgase von 20% festgelegt. Dazu kann die Abgabe auf Heizöl und Gas erhöht werden. Eine Abgabe auf Treibstoffe ist nicht vorgesehen.

Fazit

Seit der industriellen Revolution verändert der Mensch durch den Verbrauch von fossilen Energieträgern das Klima. Das Tempo und die Auswirkungen dieses Klimawandels werden immer grösser. Auch in der Schweiz werden die Folgen vor allem in den Alpen laufend sichtbarer, aber auch immer gravierender. Dieser Klimawandel kostet nicht nur viel, sondern fordert auch immer mehr Opfer. Die Schweiz wird auch von den durch die globale Erwärmung ausgelösten Migrationsströmen und Konflikten betroffen sein. Die nächsten zwei Jahrzehnte entscheiden darüber, in welchem Ausmass die globale Erwärmung stattfindet. Hier sind wir alle gefordert, auch wenn unser Beitrag im globalen Massstab

klein sein mag: Unsere Politiker müssen wirksame Massnahmen ergreifen und durchsetzen, um den Ausstoss an Treibhausgasen zu reduzieren, und sich im internationalen Rahmen für solche Massnahmen einsetzen. Wir Konsumenten können durch einen effizienten und zurückhaltenden Umgang mit fossilen Energieträgern dazu beitragen, dass die Erwärmung nicht über 2 °C steigt. Ich bin überzeugt, dass es noch nicht zu spät, aber höchste Zeit ist, etwas gegen die immer schnellere Erwärmung zu tun.

Korrespondenz:

Jörg Rentsch, lic. phil. I
Geograph und Historiker
Maturitätsschule für Erwachsene
Ruopigenstrasse 40
CH-6015 Luzern
joerg.rentsch@edulu.ch

Literatur

- 1 Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt KB, et al. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press; 2007. p. 104.
- 2 Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt KB, et al. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press; 2007. p. 96.
- 3 Robert T. Watson (editor). Climate Change 2001: Synthesis Report, Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press; 2001. p. 7.
- 4 Parry ML, Canziani OF, Palutikof JP, van der Linden PJ, Hanson CE. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press; 2007. p. 418.