

Samstag, 18. September 2010

Prof. Martin Heimann

Klimawandel - Fakten, Trends und Projektionen

Es ist unbestreitbar, dass sich das Klima der Welt während der letzten 100 Jahre in Richtung einer globalen Erwärmung verändert hat. Dies zeigt sich nicht nur in der Zunahme der global gemittelten Temperatur in Oberflächennähe (+0.74 °C), sondern auch in einer Vielzahl von weiteren Indikatoren, wie Anstieg des Meeresspiegels, Erwärmung des Ozeans, Zunahme des Wasserdampfes in der Atmosphäre, Abnahme der Schneebedeckung und des Eisvolumens der Gletscher weltweit. Ebenfalls unbestritten ist die parallel einhergehende Zunahme der Konzentrationen der Treibhausgase wie Kohlendioxid, Methan und Lachgas in der Atmosphäre, welche sich eindeutig auf Aktivitäten durch den Menschen zurückführen lässt, insbesondere durch die Verbrennung von Kohle, Erdöl und Erdgas. Wie hängen diese beiden Fakten zusammen?

Aus der elementaren Physik wissen wir, dass eine Zunahme der Treibhausgaskonzentration den sogenannten Treibhauseffekt verstärkt und damit die unteren Atmosphärenschichten und die Erdoberfläche erwärmt. In Wirklichkeit ist dieser Zusammenhang jedoch sehr komplex, da eine Vielzahl von sich verstärkenden oder auch abschwächenden Rückkopplungseffekte im Klimasystem berücksichtigt werden muss: z. B. Wie und wo verändert sich die Wolkenbedeckung bei sich erhöhenden Temperaturen? Wie tief erwärmt sich der Ozean und welchen Einfluss hat dies auf die Meereströmungen wie etwa die Golfstromzirkulation? Was geschieht im Zuge der Erwärmung auf den Landoberflächen: kann die Vegetation bei höheren Temperaturen mehr Kohlendioxid speichern und damit den Klimawandel bremsen, oder führt ein schnellerer mikrobieller Abbau des Bodenkohlenstoffs zur Akkumulation von mehr Kohlendioxid in der Atmosphäre und daher einer beschleunigten Erwärmung? Mit Hilfe von komplexen numerischen Erdsystemmodellen kann man diese Rückkopplungsprozesse, aber auch die Effekte weiterer möglicher Antriebsfaktoren (z.B. Aerosolbelastung, Änderungen der Landnutzung, Änderungen der solaren Einstrahlung etc.) auf das globale Klima einzeln und in ihrer Gesamtheit untersuchen. Analog einem Indizienprozess zeigt sich, dass sich die beobachtete Erwärmung nur unter Berücksichtigung der Treibhausgaszunahme erklären lässt und damit mit hoher Wahrscheinlichkeit durch den Menschen verursacht wird.

Wie wird sich dieser Klimatrend in Zukunft fortsetzen? Selbst bei einem vollständigen Zuwachsstopp der Treibhausgase impliziert die Trägheit des Erdsystems, insbesondere die große Wärmekapazität des Ozeans, weiterhin moderat steigende Temperaturen. Wie die Klimaänderung jedoch in Zukunft aussehen wird, hängt von der sozio-ökonomischen Entwicklung der Welt ab. Die Klima- und Erdsystemforschung kann nur so genannte Projektionen bereitstellen, d.h. "wenn - dann" Analysen. Bei einem ungehinderten weiteren Zuwachs der Treibhausgasemissionen in diesem Jahrhundert erwarten wir eine globale Erwärmung bis 2100 von weiteren +2° bis +6°C. Gelingt es hingegen den Wachstumstrend der Emissionen massiv zu reduzieren und mittelfristig umzukehren, dann lässt sich die globale Erwärmung vielleicht auf weitere +1°C bis +3°C begrenzen. Die globale Temperatur stellt hierbei nur ein Indikator der Erwärmung dar, welche sich in einer Vielzahl weiteren Klimaparameter (z.B. Anzahl Hitze- und Frosttage, Niederschlag, Verdunstung, Meeresspiegel, Schneebedeckung, Sturmhäufigkeiten und -Stärken etc.) regional unterschiedlich ausprägt. Diese Größen regional und quantitativ zu erfassen ist eine sehr schwierige Aufgabe; daher sind Aussagen über regionale Klimaprojektionen noch erheblichen Unsicherheiten unterworfen.

Ob und wie dem erwarteten Klimawandel zu begegnen ist, ist eine Frage welche über die Klimaforschung hinausführt und von der gesamten Gesellschaft zu beantworten ist. Einerseits sind die Treibhausgasemissionen direkt, wenn auch auf komplexe Weise an Bevölkerungswachstum, Energiekonsum und letztlich wirtschaftlichen und materiellen Wohlstand gekoppelt. Andererseits müssen aber auch Massnahmen zur Anpassung an ein verändertes Klima von der Allgemeinheit getragen werden.

Wissenschaftliches Programm

Da sowohl Anpassungs- wie Vermeidungskosten regional unterschiedlich anfallen und auch auf sehr unterschiedliche Möglichkeiten der verschiedenen Nationen treffen, ergeben sich massive Interessenkonflikte wie wir sie etwa kürzlich bei der Konferenz in Kopenhagen erlebten. Aus naturwissenschaftlicher Sicht kann man sich fragen, ob der Klimaerwärmung mit technischen Lösungen, d.h. dem so genannten "Geoengineering", wie z.B. dem Ausbringen von Sulfat in der Stratosphäre mit abkühlender Wirkung beizukommen ist. Auch wenn eine endgültige Bewertung grosstechnischer Optionen noch aussteht, ist es sehr unwahrscheinlich, dass sich das Klimaproblem auf diese Weise entschärfen lässt.

Martin Heimann
Max-Planck-Institut für Biogeochemie, Jena
Martin.heimann@bgc-jena.mpg.de