



ACADEMIA ENGELBERG

3. Wissenschaftsdialog – 29. September – 1. Oktober 2004
in Engelberg, Schweiz

Klimavariabilität und Klimaveränderungen – Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft

Zusammenfassung

Prof. Heinz Wanner

Geographisches Institut und
NCCR Klima
Universität Bern

Kontakt:

Hallerstr. 12,
CH-3012 Bern
wanner@giub.unibe.ch

Prof. Christoph Schär

Institut für Klima und
Atmosphäre
ETH Zürich

Kontakt:

Winterthurerstr. 190
CH-8057 Zürich
schaer@env.ethz.ch

Unser Klima unterliegt Schwankungen und Änderungen, die sich in sehr langen Zeitskalen und lokalen, regionalen und globalen Raumskalen vollziehen. Naturbedingte und anthropogene (menschbedingte) Forcing-Faktoren sowie die interne Variabilität spielen zusammen und modulieren die Prozesse der einzelnen Komponenten oder Subsysteme des gesamten Klimasystems (siehe Abb. 1). Das Klima manifestiert sich in charakteristischen und vielfältigen atmosphärischen Zirkulationen, welche - durch die Interaktion mit der Erdoberfläche – für die Entstehung des lokalen und regionalen Wetters in Zeitskalen von Minuten bis zu Tagen verantwortlich sind. Der Begriff Klima bezieht sich auf die aufsummierten bzw. die zahlreichen zusammengefassten kurzfristigen Wetterereignisse über große Zeitspannen (Monate, Jahreszeiten bis hin zu Jahrtausenden).

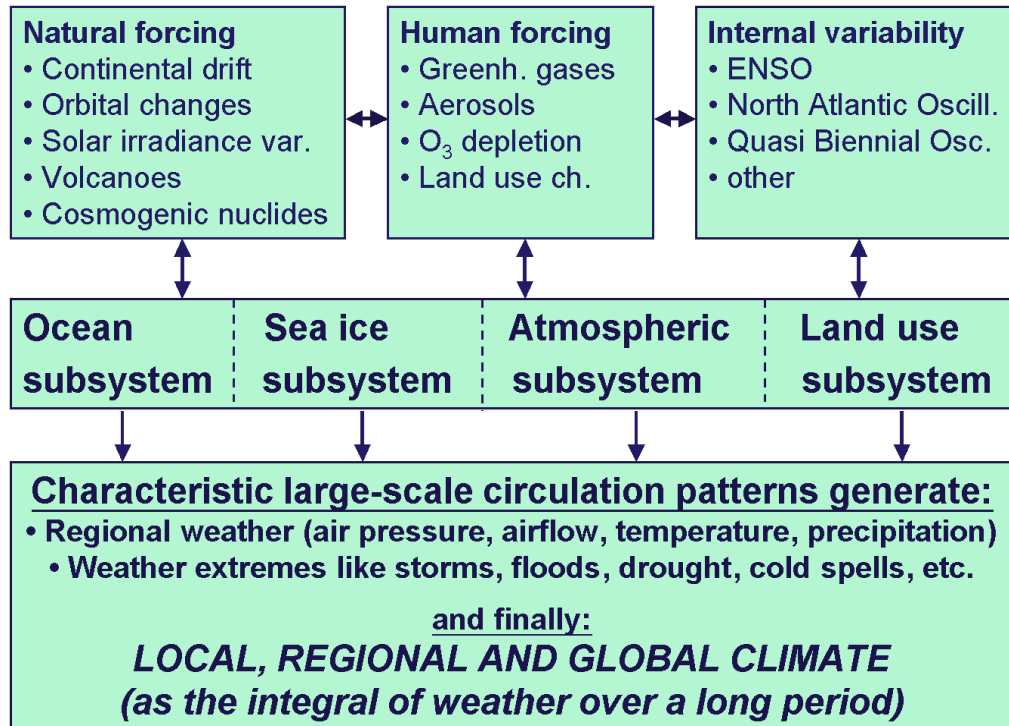


Fig.1: Übersicht über das Klimasystem.

Naturbedingt <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kontinentaldrift ▪ Orbitale Veränderungen ▪ Veränderung der solaren Einstrahlung ▪ Vulkane ▪ Kosmogene Nuklide 	Menschbedingt <ul style="list-style-type: none"> ▪ Treibhausgase ▪ Aerosole ▪ Ozonabbau ▪ Veränderte Landnutzung 	Interne Variabilität <ul style="list-style-type: none"> ▪ ENSO ▪ Nordatlantische Oszillation ▪ Quasi-Biennial-Oszillation (zweijährige Schwingungen in der Atmosphäre) ▪ Sonstiges 	
Subsystem Ozean	Subsystem Eismeer	Subsystem Atmosphäre	Subsystem Landnutzung



Charakteristische, großskalige Zirkulationsmuster erzeugen:

- das regionale Wetter (Luftdruck, Luftströmung, Temperatur, Niederschlag)
- extreme Wetterereignisse wie Stürme, Überschwemmungen, Dürren, Kälteeinbrüche etc.

und schließlich

das LOKALE, REGIONALE UND GLOBALE KLIMA

(als Aufsummierung des Wetters über einen langen Zeitraum)

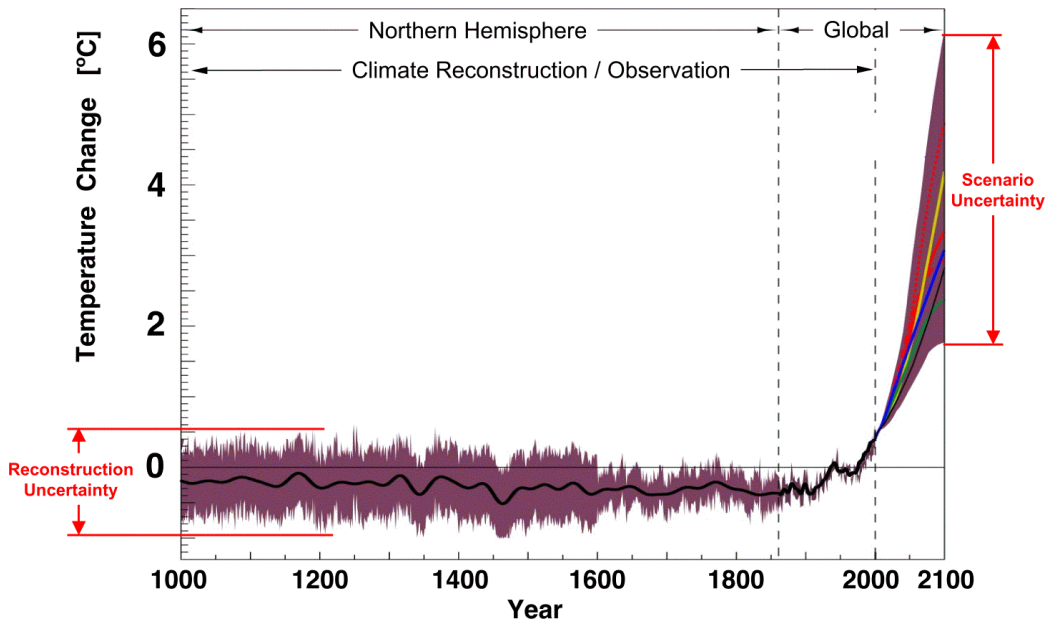
Das Erdklima wurde über Millionen von Jahren durch Veränderungen in der Zusammensetzung von Gasen wie O₂ und CO₂ in der Atmosphäre, durch Plattentektonik (Verschiebung der Erdplatten) sowie durch die solare Aktivität bestimmt. Während der letzten Eiszeit, die circa 2,7 Jahrmillionen dauerte, spielten Veränderungen der Erdumlaufbahn eine wichtige Rolle. In den Wärmeperioden veränderte das abfließende Wasser der schmelzenden Eisschilde der nördlichen Hemisphäre entscheidend das Ozeansystem und führte damit zu einer dramatischen und schnellen Klimaveränderung (Schlüsselwörter: Jüngere Dryas oder Sintflut). Während des Holozäns (circa die letzten 11 000 Jahre) kam es in den Tropen zu beachtlichen Klimaschwankungen. Auf den mittleren Breitengraden der nördlichen Hemisphäre nahm die Durchschnittstemperatur bis 1890 v. Chr. leicht ab.

Während der letzten paar Tausend Jahre wurden Klimaschwankungen in Zeitskalen von 10 bis 100 Jahren in erster Linie durch quasi-periodische Schwankungen der Solaraktivität sowie durch unregelmäßig auftretende Vulkanausbrüche hervorgerufen. In den beiden letzten Jahrhunderten hat im Zuge der Industrialisierung der anthropogene Einfluss auf das Klima, hauptsächlich infolge von Treibhausgasen, Aerosolen und Veränderungen bei der Landnutzung, ständig zugenommen. Seit 1900 hat sich die mittlere Temperatur der globalen Erdoberfläche um circa 0,6 °C erwärmt.

Zur wissenschaftlichen Bewertung der durch den Menschen hervorgerufenen Klimaveränderung wurde unter der Schirmherrschaft der Vereinten Nationen und der *World Meteorological Organization* ein zwischenstaatliches Expertengremium für Klimafragen (*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC)) eingerichtet. Das Ziel des IPCC ist die Bewertung der Klimaforschung, die Erarbeitung eines gemeinsamen Ansatzes und die Förderung der Forschung in Bereichen von besonderem Interesse. Tausende von Wissenschaftlern haben sich im IPCC engagiert. In seinem 3. Wissensstandsbericht führt das IPCC aus, dass „es neue und stichhaltige Beweise dafür gibt, dass die während der letzten 50 Jahre beobachtete Erderwärmung auf den Einfluss des Menschen zurückzuführen ist.“

Zur Entwicklung von Gegenmaßnahmen bzw. Adaptationsstrategien werden derzeit verschiedene Szenarien für den Klimaschutz erstellt. Hierfür werden aufwendige Klimamodelle eingesetzt,

um die Schlüsselprozesse des Klimasystems abzubilden. Nach diesen Modellen ist eine beschleunigte Erwärmung unseres Planeten in der Größenordnung von durchschnittlich 1,4 bis 5,8 °C bis zum Ende des Jahrhunderts zu erwarten (siehe Abb. 2).



Schlüssel zu Abbildung: Temperaturveränderung, Nördliche Hemisphäre, Klimarekonstruktion/Beobachtung, Unsicherheit der Rekonstruktion, Unsicherheit des Szenarios, Jahr

Abb. 2: Rekonstruierte Entwicklung der mittleren globalen Temperatur der Erdoberfläche (nördliche Hemisphäre) während der letzten 1 000 Jahre und Vorhersagen für die nächsten 100 Jahre.

Eine derartige Erwärmung hätte gravierende Auswirkungen auf zahlreiche Aspekte des Klimasystems. Sie würde beispielsweise den globalen Wasserkreislauf und die Verfügbarkeit der Wasserressourcen (z. B. vermehrtes Auftreten von Dürren in subtropischen Gebieten) beeinträchtigen, zum Auftreten extremer Wetterereignisse (wie beispielsweise Hitzewellen und Überschwemmungen) führen und einen deutlichen Anstieg der Meeresspiegel (um circa 40 cm bis zum Ende dieses Jahrhunderts) nach sich ziehen.

Obwohl diese Klimamodelle noch keine genauen Klimavorhersagen erlauben, besteht zunehmend dahingehend Konsens, dass die erwarteten Veränderungen ausreichen, um unsere Wirtschaft und Ökologie substanziell zu beeinträchtigen. Aus diesem Grund ist es ein Hauptziel der internationalen Verhandlungen unter der Schirmherrschaft der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nation (UNFCCC) die anthropogenen Auswirkungen zu reduzieren.