

War es früher wärmer als heute?

Ist das Klima, das wir gegenwärtig erleben, etwas Neues, noch nie dagewesenes? Im Mittelalter war es in manchen Gebieten ähnlich warm wie im 20. Jahrhundert, allerdings nicht in allen Regionen gleichzeitig. Eine mit den heutigen Temperaturen vergleichbare globale Warmperiode zu dieser Zeit scheint aufgrund der heute bekannten Daten unwahrscheinlich. In der ersten Hälfte der jetzigen Warmzeit, die vor rund 11'000 Jahren begann, war es eher etwas wärmer als heute. Allerdings werden Aussagen zur globalen Temperatur immer unsicherer, je weiter sie in die Vergangenheit zurückreichen.

Natürliche Klimaschwankungen haben im Verlauf der Erdgeschichte oft drastische Folgen für die Bewohnbarkeit der verschiedenen Regionen der Erde gezeigt. Zum Teil veränderte sich die Tier- und Pflanzenwelt völlig, im Menschenzeitalter gingen ganze Völker oder Kulturen zugrunde. Frühere Warmzeiten sind demnach kein Grund zur Entwarnung. Wir laufen jetzt Gefahr, einen solchen Umschwung noch unbekanntem Ausmasses "mutwillig" auszulösen.

Seit es die Erde gibt, hat sich das Klima mehr oder weniger rasch verändert. Der Wechsel von Warm- zu Kaltzeiten oder von niederschlagsreichen zu trockenen Zeiten ist also ein natürliches Phänomen. Die Klimaänderungen zwangen Mensch und Natur, sich immer wieder anzupassen. Wegen der starken Abkühlungen zu Beginn oder während der Eiszeit mussten ganze Völker in noch bewohnbare Gebiete auswandern. Manchmal waren sie auch zu langsam für diese Flucht und gingen zu Grunde. Auch den Zusammenbruch verschiedener Hochkulturen wie in Mesopotamien oder Mittelamerika (Maya) bringen die Historiker mit Klimaänderungen in Verbindung. Auch die Natur hat sich jeweils stark verändert. Vegetationszonen haben sich verschoben und Tiere zogen weg oder starben aus.

Auf der dicht besiedelten Erde sind solche Wanderungsbewegungen, wie sie früher nötig waren, heute praktisch nicht mehr möglich. Drastische Klimaänderungen, wie es sie immer wieder gab, würden heute trotz viel grösserer Mobilität zu unabsehbaren wirtschaftlichen und sozialen Problemen führen. Auch längerfristige Verschiebungen der Niederschlagszonen, wie sie in den letzten 10'000 Jahren mehrfach vorgekommen sind, hätten

gravierende Auswirkungen. Verschärft sich die Trockenheit in Ländern mit Wasserknappheit, so könnte die Bevölkerung ganzer Länder dezimiert werden. Im Gegenzug würden wahrscheinlich die Lebensbedingungen in anderen Gebieten verbessert. Allerdings stellt sich da die Frage, ob für Mensch und Natur genug Zeit bleibt, sich an die neuen Bedingungen anzupassen. Die Existenz natürlicher Klimaschwankungen ist also kaum ein Grund, eine "künstliche" Änderung gelassen in Kauf zu nehmen.

Natürliche Klimaänderungen in der Vergangenheit

Die Temperatur der Erde ist einem stetigen Wandel unterworfen. Verschiedene Faktoren beeinflussen den Verlauf gleichzeitig. Das sind zum Beispiel Veränderungen der Umlaufbahn der Erde um die Sonne und der Neigung der Erdachse, die Verschiebung der Kontinente, Schwankungen der Sonnenaktivität oder Vulkanausbrüche. Zudem ist das Klimasystem selber auch eigenen Schwankungen unterworfen. Seit rund 150 Jahren ist nun mit den menschverursachten Treibhausgas-Emissionen ein neuer, immer stärker werdender Faktor dazugekommen. Die Überlagerung all dieser Einflüsse führt immer wieder zu neuen Klimaverhältnissen. Dabei gab es immer wieder längere Phasen ähnlicher Verhältnisse. Diese werden durch die verschiedenen Erdzeitalter beschrieben. Seit mindestens rund 400'000 Jahren kommt es wegen der Schwankungen der Erdbahnparameter zu einer regelmäßigen Abfolge von Eis- und Warmzeiten. Dieser Zyklus dauert rund 100'000 Jahre, wobei die meisten Warmzeiten in der Vergangenheit jeweils nur wenige 1000 Jahre anhielten. Seit etwa 11'000 Jahren befinden wir uns in einer der bisher längsten Warmzeiten dieses Zyklus.

Temperaturrekonstruktionen mit Unsicherheiten

Verlässliche Temperaturdaten gibt es verbreitet erst seit etwa 150 Jahren, zumeist in der Nordhemisphäre. Einige lokale europäische Messreihen reichen auch bis ins 17. Jahrhundert zurück. Hinweise auf die Temperaturverhältnisse in früheren Zeiten finden sich jedoch in Eisbohrkernen, Baumringen, Seesedimenten, Stalagmiten oder Korallen. Wichtige Informationen über die

Temperaturverhältnisse liefern auch historische Dokumente beispielsweise zu Ernteerträgen oder Pflanzenwachstum, Witterungstagebücher, etc. Entsprechende Klimarekonstruktionen sind jedoch häufig nur für die lokalen und teilweise saisonalen Verhältnisse repräsentativ. Baumringe beispielsweise sind vor allem von den sommerlichen Temperaturen und je nach Standort zusätzlich von den Niederschlagsverhältnissen abhängig. Der Zusammenhang zwischen Baumringen und Temperatur ist deshalb nicht einfach herzustellen. Aus den verschiedenen lokalen Temperaturreihen werden dann hemisphärische oder gar globale Mittel berechnet, die bis 1000 oder sogar 2000 Jahre zurückreichen. Relativ gut dokumentiert sind die Temperaturen zurück bis etwa 1500. Vor dieser Zeit wird die Anzahl von Rekonstruktionen mit zunehmendem Alter immer geringer und die Unsicherheit von hemisphärischen oder globalen Mitteln immer grösser. Es gibt jedoch noch zahlreiche nicht ausgewertete Klimaarchive, mit deren Hilfe diese Unsicherheit in Zukunft durch weitere Forschungsarbeit verringert werden kann.

Auch die Beobachtung von Vegetationsbedeckung oder Gletscherständen lässt noch keinen unmittelbaren Vergleich des heutigen Klimas mit früheren Zeiten zu. Sowohl Pflanzen als auch Gletscher brauchen Zeit, um sich einem veränderten Klima anzupassen. Die Beobachtungen widerspiegeln die Klimaverhältnisse mit einer Verzögerung. Die heutige Vegetation und die Ausdehnung der grösseren Gletscher entsprechen deshalb

den Verhältnissen vor vielleicht 20 oder 30 Jahren. Die Tatsache, dass in klimatischen Grenzregionen wie im hohen Norden oder in alpinen Gegenden früher Bäume gewachsen sind, wo heute keine stehen, bedeutet nicht, dass es damals dort wärmer war als heute, sondern wärmer als vor etwa 30 Jahren. Die Durchschnittstemperaturen sind im Alpenraum in den letzten drei Jahrzehnten bereits um über 1 Grad angestiegen.

Die mittelalterliche 'Warmzeit'

Lässt sich trotzdem etwas darüber aussagen, ob es früher schon Perioden gab, die global gesehen wärmer waren als heute bzw. die letzten 30 Jahre? Die erste Vermutung für eine mittelalterliche Warmzeit um das 10. bis 12. Jahrhundert basierte auf historischen Angaben. Die Wikinger siedelten damals zum Beispiel in Grönland und gelangten von dort aus nach Amerika. Allerdings gibt es auch heute in Grönland sehr grüne und fruchtbare Gegenden. Der den Siedlungen des Wikingers Erik dem Roten am nächsten gelegene Eisbohrkern zeigt zwar tatsächlich ein Temperaturmaximum um das Jahr 1000, dieses liegt jedoch deutlich unterhalb der heute gemessenen Werte.

Der Forscher Hubert Lamb schätzte 1965 aufgrund von Dokumenten zumeist aus Westeuropa, dass zwischen 1000 und 1200 n. Chr. die Temperaturen etwa 1-

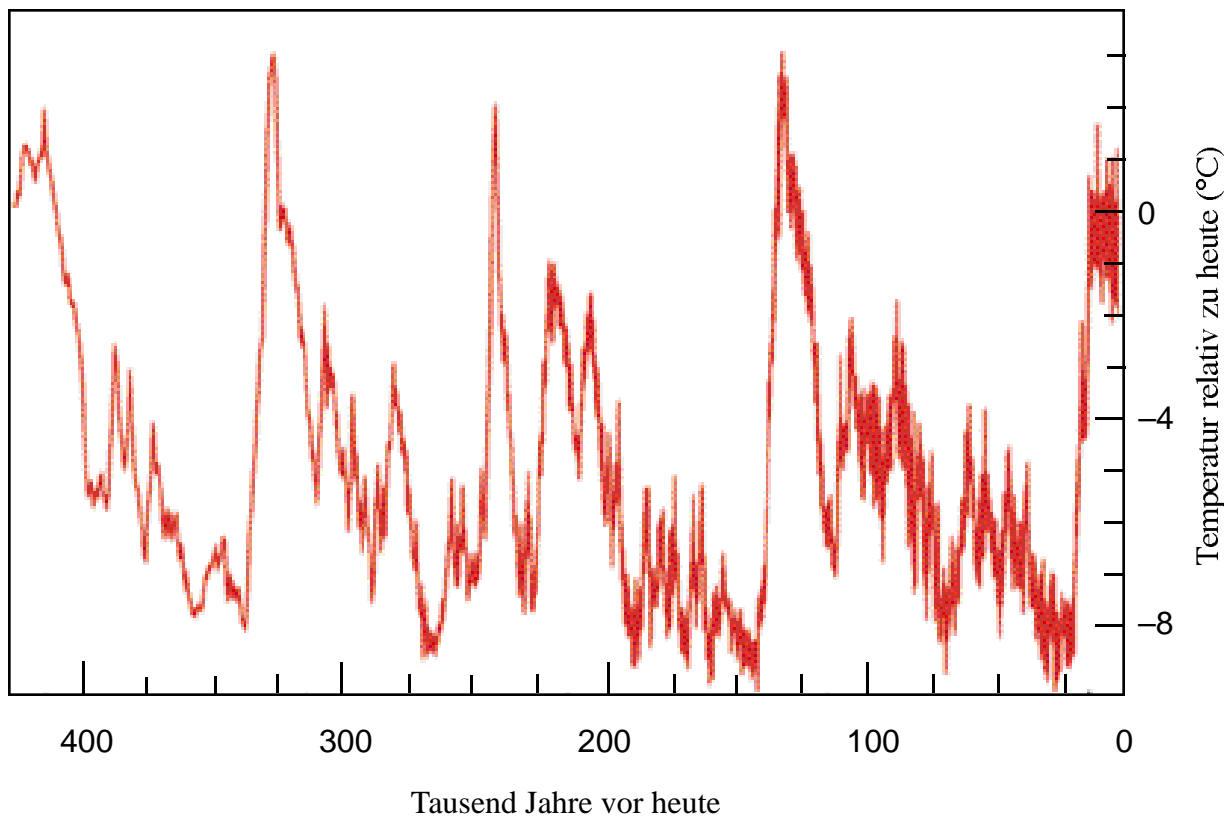


Abb: Temperatur der letzten 400'000 Jahre

2°C über dem Mittel von 1931-1960 lagen. 30 Jahre später untersuchten die Klimatologen Hughes und Diaz viele neu dazugekommene Daten und kamen dabei zum Schluss, dass es im Mittelalter in einigen Gebieten der Erde zu gewissen Jahreszeiten relativ warm war. Ob es einen Zeitraum gab, wo es im globalen Mittel ähnlich warm oder wärmer war als heute, lässt sich wegen der spärlichen Verteilung der bekannten Daten nicht sagen. Vor allem aus der Südhemisphäre sind mit Ausnahme der Antarktis kaum Angaben vorhanden. Zudem zeigen die Rekonstruktionen aus der Süd- und der Nordhalbkugel eine Phasenverschiebung. In Grönland wurden beispielsweise um 1000 n.Chr. sehr warme Temperaturen verzeichnet, während in der Antarktis erst nach 1250 überdurchschnittliche Temperaturen herrschten. Daneben gibt es weitere Hinweise darauf, dass auch in Europa zwar einige Gebiete im Mittelalter eine Wärmeperiode zeigen, aber zu unterschiedlichen Zeiten. Die gefundenen Werte lagen sowohl für den Sommer wie auch im Winter in einem Bereich wie etwa 1901-1960, jedoch unter dem Durchschnitt der letzten 20 Jahre.

Ziemlich sicher scheint jedoch, dass im Mittelalter aussergewöhnliche Niederschlagsanomalien auftraten. Insbesondere Trockenperioden dauerten damals weit länger, als seit Messbeginn im 19. Jahrhundert jemals beobachtet worden ist. Es ist anzunehmen, dass diese Dürrezeiten in einigen Regionen zu aussergewöhnlich warmen Temperaturen geführt haben, da die Abkühlung durch Verdunstung von Wasser lange Zeit ausbleibt. Es ist also eher angebracht, von einer mittelalterlichen Klima-anomalie zu sprechen. Dass es im Mittelalter *global gesehen* eine Periode mit ähnlichen Temperaturen wie heute gab, scheint unwahrscheinlich, lässt sich aber weder nachweisen noch ausschliessen.

Klimaschwankungen im Holozän (letzte 11'000 Jahre)

Weiter zurück in der Vergangenheit, in der Periode nach dem Ende der letzten Eiszeit vor rund 11'000 Jahren, schwankten vor allem die Niederschläge stark, besonders in den Tropen und Subtropen. Dies hängt wahrscheinlich mit Veränderungen in den Atmosphären- und Ozeanströmungen zusammen, ähnlich wie wir es heute vom El Niño-System kennen. Die Temperaturen hingegen zeigen einen viel regelmässigeren Verlauf. Sie waren praktisch überall zu Beginn der Warmzeit, also etwa von 9000 bis 5000 Jahren vor heute, am höchsten. Zu dieser Zeit lagen die Temperaturen in vielen Gebieten wahrscheinlich höher als im 20. Jahrhundert und gingen dann langsam zurück - bis zur so genannten kleinen Eiszeit von ca. 1500 bis 1880 n. Chr. Grosse Veränderungen in der Vegetation, beispielsweise die "Begrünung" der Sahara bis vor rund 6000 Jahren, sind jedoch hauptsächlich auf veränderte Niederschlagsverhältnisse und weniger auf Temperaturänderungen zurückzuführen.

Kontaktpersonen:

Dr. Jürg Luterbacher, Geographisches Institut,
Universität Bern, Hallerstr. 12, 3012 Bern,
Tel: 031/631 85 45, Fax: 031/631 85 11,
e-mail: juerg@giub.unibe.ch

Prof. Christian Pfister, Abt. für Wirtschafts-, Sozial-
und Umweltgeschichte, Historisches Institut,
Universität Bern, Unitobler, 3000 Bern 9,
Tel: 031/631 83 84, Fax: 031/631 48 66/44 10,
e-mail: pfister@hist.unibe.ch

Dr. Jakob Schwander, Klima- und Umweltphysik,
Universität Bern, Sidlerstr. 5, 3012 Bern,
Tel: 031/631 44 76, Fax: 031/631 87 42,
e-mail: schwander@climate.unibe.ch

Prof. Thomas Stocker, Klima- und Umweltphysik,
Universität Bern, Sidlerstr. 5, 3012 Bern,
Tel: 031/631 44 62, Fax: 031/631 87 42,
e-mail: stocker@climate.unibe.ch

Prof. Heinz Wanner, Geographisches Institut,
Universität Bern, Hallerstr. 12, 3012 Bern,
Tel: 031/631 88 85, Fax: 031/631 85 11,
e-mail: wanner@giub.unibe.ch

Die Eis- und Warmzeiten (letzte 400'000 Jahre)

Aus den bis 400'000 Jahre zurückreichenden Eisbohrkernen lässt sich schliessen, dass die letzten 3 Warmzeiten vor dem Holozän etwa ähnlich warm waren wie heute, jedoch deutlich kürzer dauerten (vgl. Abb.). Vereinzelt Rekonstruktionsversuche reichen noch weiter zurück, d.h. bis rund 2-3 Millionen Jahre. Die Temperatur scheint sich auch über diesen Zeitraum in einem ähnlichen Rahmen bewegt zu haben wie im letzten Eiszeit-Warmzeit-Zyklus, also je nach Region mit Schwankungen zwischen etwa 3 bis 10°C. Während der letzten Eiszeit gab es regional auch starke kurzfristige Schwankungen, wie z.B. Erwärmungen um ca. 10°C innerhalb von 50 Jahren in Grönland.

Während der ganzen Erdgeschichte ist der Schwankungsbereich des Klimas wahrscheinlich noch grösser. Dabei können z.B. auch Meteoriteneinschläge auf die Erde eine Rolle spielen. Ein solcher wird als Grund für das Aussterben der Saurier vor 64 Millionen Jahren vermutet. Auch die mehrmalige, völlige Veränderung von Fauna und Flora im Verlauf der Erdgeschichte deutet auf starke Klimaveränderungen hin. In geologischen Zeiträumen von zig-Millionen Jahren spielt dann auch die Verschiebung der Kontinente eine wichtige Rolle. Diese kann zu einem mit dem heutigen Zustand nicht mehr vergleichbaren globalen Klima geführt haben. Aufgrund der wenigen so weit zurück reichenden

Rekonstruktionen scheint es wahrscheinlich, dass es in der Erdgeschichte Zeiten mit bedeutend höheren CO₂-Konzentrationen und Temperaturen gab als heute.

Kein Grund zur Entwarnung

Es macht wenig Sinn, die derzeitige Erwärmung aufgrund des menschlichen Einflusses den möglichen natürlichen Schwankungen oder dem Klima in ferner Vergangenheit gegenüberzustellen. Der "natürliche" Schwankungsbereich einer planetaren Atmosphäre reicht theoretisch bis zu den absolut lebensfeindlichen Bedingungen beispiels-

weise auf der Venus. Die aufgrund der menschenverursachten Emissionen mögliche Erwärmung von 1.4 bis 5.8 Grad bis 2100 könnte eine ähnlichen Grössenordnung erreichen wie der Unterschied zwischen Eiszeit und Warmzeit. Eine solche Veränderung in relativ kurzer Zeit kann viele ökologische Systeme auf der Erde vor unlösbare Anpassungsprobleme stellen. Die Tatsache, dass es solche Veränderungen auch natürlicherweise geben kann, ist kein Grund, eine solche leichtfertig in Kauf zu nehmen. Auch andere Schadenereignisse wie z.B. künstlich ausgelöste Lawinen, Felsstürze etc. sind nicht deshalb harmlos, nur weil sie auch natürlicherweise vorkommen.

Interessante Veranstaltung

5. April 2004

5th Swiss Global Change Day

Ort: Bern, Freies Gymnasium, Beaulieustr. 55
Information: ProClim, Bärenplatz 2, 3011 Bern, Tel. 031/328 23 23, Fax: 031/328 23 20
e-mail: neu@sanw.unibe.ch
Programm/Anmeldung: www.proclim.ch/Events/5CHGCDay/5thSGCD.html

Globale Veränderungen des Klimas aber auch der Umwelt generell beschäftigen Tausende von Forschenden und Entscheidungsträgern in vielen Bereichen. ProClim organisiert jedes Jahr eine Veranstaltung, welche die Spezialisten aus all den verschiedenen Themenkreisen zusammenbringen soll – Klimaforschende, Humanwissenschaftler(innen), Politiker, usw. Als Vortragende sind Persönlichkeiten aus dem Ausland, die in internationalen Forschungsprogrammen eine wichtige Rolle spielen, eingeladen und Schweizer Forschende. Sie präsentieren wichtige Ergebnisse aus der Forschung im vergangenen Jahr und werfen auch einen Blick auf zukünftige Schwerpunkte und Herausforderungen. Nach den Vorträgen finden Diskussionen statt mit Vertretern aus Politik, Verwaltung und NGO's.