

# Klimawandel – bedrohliches Szenario oder wiederkehrendes Phänomen?

*Der Klimawandel ist ein interessantes, insbesondere aber mediales Thema geworden. Häufig laufen Meldungen, wie „Europa 2100 – alles Wüste“ oder „Klimakatastrophe nicht aufzuhalten“, durch die Medien. Wichtig zu wissen ist: Der Klimawandel findet immer statt. Was aber ist darunter wirklich zu verstehen? – 2. Teil.*



**Dr. Herbert Gmoser**

Leiter der Wettervorhersage an der  
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), Wien  
[www.zamg.ac.at](http://www.zamg.ac.at)

**A**ussagen zur Zukunft des Erdklimas sind allein durch Modellrechnungen möglich. Es gibt eine Palette von Möglichkeiten, die von eindimensionalen Energiebilanz-Modellen bis hin zu den „global gekoppelten Atmosphäre-Ozean-Zirkulationsmodellen“ reicht. Letztere sind wahrlich mathematisch-physikalische Kunstwerke. Die natürlichen Grenzen der Klimamodellrechnung ergeben sich weniger durch vorhandene Wissenslücken in der Physik des Klimas, sondern zu einem weit größeren Teil aus den dafür benötigten enormen, für Klimaberechnungen aber noch immer begrenzten Computerkapazitäten.

## Klimaerwärmung, wie stark?

Hinsichtlich des meistzitierten „Flaggschiffs“ in der Klimadiskussion, der globalen Mitteltemperatur, geht man in der Klimamodellrechnung davon aus, dass es bis 2100 eine weitere globale Erwärmung geben wird. Am wahrscheinlichsten wird diese bei etwa 3 °C liegen, mit einer Unsicherheit im Rahmen von unwahrschein-

**Der langsame Rückgang des „ewigen“ Eises der Arktis und Grönlands könnte Probleme für die Eisbären bringen**



Foto Hansgeorg Arndt

lichen, aber nicht auszuschließenden 1 bis 6 °C. Etwa die Hälfte dieser Unsicherheit ergibt sich aus den Klimamodellen, die andere Hälfte aus der Schwierigkeit, Weltwirtschaft, Weltpolitik und Weltbevölkerung für 100 Jahre vorherzusagen, um Verlauf und Einfluss der Treibhauseffekte zu bestimmen. Ein Anstieg des Meeresspiegels bis zum Ende des 21. Jahrhunderts kann etwa mit 50 cm angenommen werden. In den Alpen ist mit einem weiteren Rückgang der Gletscher zu rechnen.

## Einfluss des Golfstroms

Die für Europa besonders bedeutende Meeresströmung verläuft vom Golf von Mexiko entlang der Ostküste der Vereinigten Staaten von Amerika bis zu den Küstenregionen Westeuropas. Einen seiner Hauptantriebe erfährt dieser Meeresstrom in der Region Grönland-Island. Hier sinken große Mengen von sehr salzigem und damit dichterem Wasser im Südwesten ab und machen damit den Weg frei für Nachschub aus der Golfregion. Das Einbringen größerer Süßwassermengen in diese sensible Region würde diesen Prozess stören und die „Heizung“ Westeuropas herunterregeln. Aus der Klimageschichte wissen wir, dass derartige Vorgänge bereits stattgefunden haben. In den Alpen gab es massive Gletschervorstöße. Zwei Mechanismen könnten im künftigen Treibhausklima ähnliche Folgen haben. Das sind zum einen vermehrtes Schmelzwasser vom Inlandeis Grönlands und zum anderen erhöhte Niederschläge, die im Nordatlantik bei künftiger Erwärmung zu erwarten sind. Die entsprechenden Modellrechnungen sind allerdings noch unsicher. Sie deuten darauf hin, dass ein Kälterückfall in Westeuropa bei steigender globaler Temperatur mit größter Wahrscheinlichkeit nicht zu erwarten ist. Die zusätzlichen Süßwassermengen durch Niederschlag und Schmelzwasser dürften zwar den Wärmenachschub des Golfstroms reduzieren, aber zu gering sein. Direkte Messreihen der Intensität des Golfstroms, welche die theoretischen Modellergebnisse stützen sollen, gibt es erst seit kurzer Zeit, um einen existierenden Langfristtrend nachzuweisen.

**Die für Europa besonders bedeutende Meeresströmung verläuft vom Golf von Mexiko entlang der Ostküste der USA bis zu den Küstenregionen Westeuropas**



## Polareis schmilzt

Das bis zu 4 km mächtige Inlandeis der Antarktis und Grönlands bedeckt derzeit etwa 16 Millionen km<sup>2</sup>. In ihm ist so viel Wasser in fester Form gespeichert, dass ein Abschmelzen der Antarktis den Meeresspiegel um 65 m, das Grönlands um 6 bis 7 m steigen ließe. Alle anderen polaren Eiskappen und die Gebirgsgletscher fallen demgegenüber kaum ins Gewicht, sie bedecken etwa eine halbe Million km<sup>2</sup>. Ihre gesamte geschmolzene Eismasse würde den Meeresspiegel nur um 15 bis 35 cm erhöhen. Flächenmäßig vergleichbar mit dem kontinentalen Inlandeis ist das Meereis der Arktis und der Ozeane rund um die Antarktis. Da das Meereis auf dem Wasser schwimmt, kann es keine Veränderungen des Meeresspiegels verursachen. Man vermutet

aber einen Einfluss des Polareises auf das globale Klima. Es isoliert die polare Atmosphäre vom wärmeren Ozeanwasser und destabilisiert das Klima. Bei Erwärmung und dadurch Reduktion der Fläche mit Schnee- und Eisbedeckung wird weniger Strahlung in den Weltraum zurück reflektiert und die Erwärmung zusätzlich angeheizt. Im Fall einer Abkühlung funktioniert der Effekt umgekehrt. Diese sogenannte „positive Rückkopplung“ schaukelt also Klimaschwankungen auf. Genaue Angaben über Trends des polaren Meereises gibt es erst seit etwa 30 Jahren durch Satellitenmessungen. In diesen 30 Jahren haben sich die winterlichen Eisgrenzen stabil verhalten, die sommerlichen Flächen sind in der Arktis um etwa 9 % kleiner geworden, in der Antarktis gab es auch im Südsommer keinen beobachtbaren Trend.

**Aufgrund der fortschreitenden Klimaerwärmung ist mit einem weiteren Rückgang der Gletscher zu rechnen**



Foto Heinz Reichl



## Sämtliche Wetter-satelliten, die die Erde umkreisen

### Spielt das Wetter „verrückt“? Wird es noch extremer?

Wir alle sind irritiert hinsichtlich des Wetters. Irgendetwas scheint mit dem Wetter nicht zu stimmen, und das nicht erst seit ein paar Tagen. Auch in den ersten Wochen des Jahres 2007 ist das warme Wetter weit entfernt von der Normalität eines Winters. Dann kommt noch das Orkantief „Kyrill“ mit einer stürmischen und frühlingshaft milden Nacht und einem noch nie gemessenen österreichischen Rekord in Eisenstadt. 20,1 °C um Mitternacht sind, seit es Messungen gibt, noch nie in Eisenstadt im Jänner registriert worden. Dieser Winter ist nicht ganz außergewöhnlich. Es gab wiederholt warme Winter, wie dies die Kurve der Winter der Klimareihe von Kremsmünster zeigt. Die Variabilität aller Winter zeigt im Verlauf der letzten Jahre eine Abnahme. Den wärmsten Winter gab es 1833/34 – der Winter 2005/06 war sehr kalt, der Winter 2006/07 wird wahrscheinlich rekordverdächtig warm werden.

Es steht fest, dass es einen langfristigen Klimatrend gibt, der sowohl im Winter als auch im Sommer auf eine weltweite Erwärmung hinausläuft. Wenn es aber um die Extreme unseres Wetters geht, kann Beruhigung eintreten. Zur großen Überraschung aller Beteiligten zeigt das nun feststehende Ergebnis des EU-Projekts ALP-IMP: Die Variabilität des Klimas geht eindeutig zurück. Betrachtet man die Temperatur, so war das 19. Jh. deutlich extremer als das 20. Jh., und dies zu allen Jahreszeiten, in allen Monaten und in allen Regionen des Alpenraums. Auch beim Niederschlag zeigt sich eine Abnahme der Variabilität.

Ob das Wetter „verrückt“ spielt, ist eigentlich eine unberechtigte Frage. Durch das hohe Maß an Informationsnetzwerken gibt es unendlich viele Möglichkeiten, über jeden Winkel der Erde etwas über Wetterextreme zu erfahren. Es entsteht dadurch der Eindruck, dass es mehr Wetterkatastrophen gibt als früher. Dass dem nicht so ist, hat das EU-Projekt ALP-IMP der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) eindringlich gezeigt.

### Land- und Forstwirtschaft sowie Tourismus sind gefordert!

Es kommt zu einer neuen Klima-Realität. Kurze und lokale Wetterphänomene, wie Hagel, sind für uns genauso von Interesse wie lang andauernde und größere Teile Europas umfassende Wetterereignisse.

## Meeresspiegel steigt

Es liegt die Befürchtung nahe, dass infolge der globalen Erwärmung durch Treibhausgasen ein drastischer Anstieg des Meeresspiegels zum Hauptproblem der Menschheit werden könnte. Genauere Überlegungen zeigen jedoch, dass dieser anscheinend so einfache Schluss in Wahrheit äußerst schwierig zu durchschauen ist. Die polaren Eisschichten würden bei Temperaturzunahme mehr Niederschlag empfangen, da eine wärmere Atmosphäre deutlich mehr Wasserdampf aufnehmen und transportieren kann. Dieser Niederschlag fiel größtenteils in Form von Schnee, wodurch die beiden Poleis-schichten bei Erwärmung wieder wachsen würden. Ein Ausgleich sollte durch ein verstärktes Kalben (Abbrechen des Eises) der Gletscher erreicht werden. Die Modellrechnungen sagen für die nächsten 100 Jahre für Grönland einen Anstieg des Meeresspiegels von 1 bis 7 cm voraus, je nach gewähltem Treibhausgas-Szenario. Beispielsweise würde ab 3 °C anhaltend globaler Temperaturerhöhung das Inlandeis Grönlands komplett verschwinden, jedoch würden dazu 3.000 Jahre benötigt werden. Wenn das Eis der Antarktis bei einer Temperatur von 3 °C schmelzen würde, würde der Meeresspiegel um 65 Meter steigen, allerdings wäre dies erst nach mehr als 10.000 Jahren der Fall. Alle möglichen Wasserressourcen zusammengerechnet, ist weltweit bis zum Jahr 2100 ein Anstieg des Meeresspiegels um bis zu 50 cm möglich. Die entscheidende Frage für die Zukunft des Meeresspiegels ist also, ob das „anthropogene

(vom Menschen beeinflusste) Treibhauszeitalter“ lange genug andauern wird, um zunächst Grönland merkbar abzuschmelzen und dann die Antarktis. Grobe Einschätzungen geben da eher eine Entwarnung, da die „gespeicherte fossile Sonnen-Energie“ in den Kohle-, Öl- und Gasvorkommen wahrscheinlich vorher zu Ende gehen bzw. finanziell unerschwinglich wird, bevor die großen Abschmelzvorgänge des grönländischen und antarktischen Inlandeises zu unbeherrschbaren Problemen führen. Die Überprüfung derartiger Modellrechnungen durch Messungen wird derzeit mit großem Aufwand betrieben. Die verstärkten Forschungsanstrengungen des „Internationalen Polarjahres 2007/08“ können dazu einen wesentlichen Beitrag liefern.

## Unser Beitrag zum Klimaschutz

Die derzeitigen Klimamodelle liefern keine Aussagen über den Wasserkreislauf, insbesondere wenn es sich um regionale Einflüsse handelt, und sie vermögen auch keine Antworten auf Fragen über die Gründe für extreme Wetter- und Klimaereignisse zu geben.

### Was der Mensch weltweit tun kann:

- Stabilisierung bzw. Verminderung der vom Menschen erzeugten Treibhausgasen und Emissionen, die zu einem Teil den Klimawandel beeinflussen.
- Sorgfältigerer bzw. optimierter Umgang mit den fossilen Ressourcen unsere Erde, wie z. B. Holz, Gas und Öl.
- Forcieren erneuerbarer und alternativer Energieformen.

Internet: [www.zamg.ac.at](http://www.zamg.ac.at)

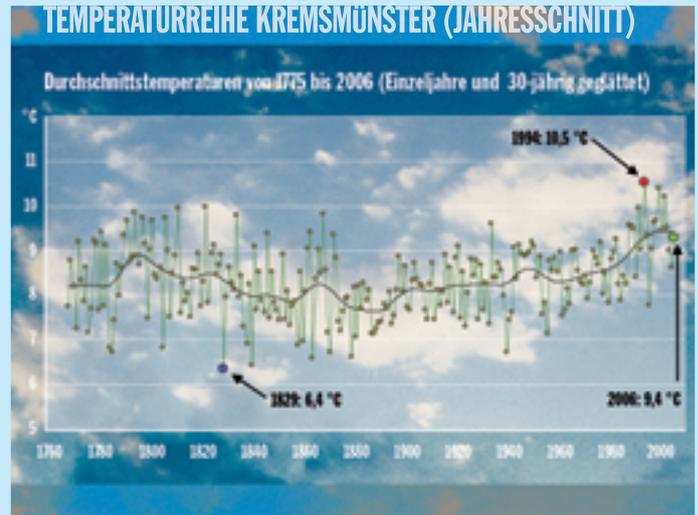
## KLIMA & JAGD

Letztere aber sind es, die nicht unmittelbar Aufmerksamkeit erregen, jedoch im Laufe der nächsten Jahrzehnte zu einer Klima-Realität führen, die im Klimawandel unauffällig und schleichend im Hintergrund auf uns zukommt. Betrachtet man einen Zeithorizont von 30 bis 100 Jahren, so werden die Winter etwas wärmer verlaufen, und natürlicher Schnee wird im Flachland weniger oft vorhanden sein. Im Sommer wird in flacheren Landesteilen der Hitzestress zum Problem. In der Niederung ist in einigen Gebieten mit einer steigenden Zahl von Tagen mit einer Temperatur über 30 °C zu rechnen. Trockenheit und in der Folge die Dürre werden in landwirtschaftlich genutzten Flächen regional möglicherweise das Thema. Hier sind Auswirkungen auf das Biotop und die Äsungsgewohnheiten unseres Wildes zu erwarten. Zwar sind im Alpenraum Trends mit zunehmenden wie auch abnehmenden Niederschlägen feststellbar, insgesamt aber wird der Temperaturanstieg eine gewisse Austrocknung bewirken. Auf diese Trends im entsprechenden Klima-Zeithorizont sollen sich Land- und Forstwirtschaft sowie Tourismus und die Jagd allmählich einstellen und mit Konzepten für die Zukunft reagieren. Schwankungen im Wetter- und Klimaverlauf wird es wie in der Vergangenheit auch in der Zukunft geben. Erfreulicherweise wird es aufgrund der Forschungsergebnisse von ALP-IMP keine Häufung von Wetterkapriolen geben, vor allem nicht düstere Szenarien, wie ein Austrocknen großer Flüsse. Die Variabilität der Wetter-Ereignisse, die über einen längeren Zeitraum das Klima ergibt, bleibt erhalten. Sie wird aber in ihrer Schwankungsbreite weniger extrem auftreten. Dem zur Zeit herrschenden Erwärmungstrend kann sich das Klima im Alpenraum nicht entziehen. Nach korrekter Interpretation der jüngsten Forschungsergebnisse zeigen die Wetter-Extreme keinen Trend zu häufigerem Auftreten.

### Menschliche Aktivitäten beeinflussen den Klimawandel

Es gilt, weltweit klima-politische Ziele zu definieren und umzusetzen. Der Einfluss unserer Gesellschaft auf das Klima ist nur global zu diskutieren. Neben dem natürlichen Klimawandel tritt der künstliche Klimawandel als Ergebnis menschlichen Einflusses auf. Die am 2. Februar 2007 in Paris vorgestellte UN-Studie des IPCC (Intergovernmental Panel on Climatic Change) verweist auf steigende Temperaturen auf unserer Erde. Die Durchschnittstemperatur

**Grüner Punkt:**  
aktuelles Jahr;  
**roter Punkt:**  
bisheriger  
Höchstwert;  
**blauer Punkt:**  
bisheriger  
Tiefstwert



Böhm, Reinhard: HISTALP  
Datenbank der ZAMG, Wien

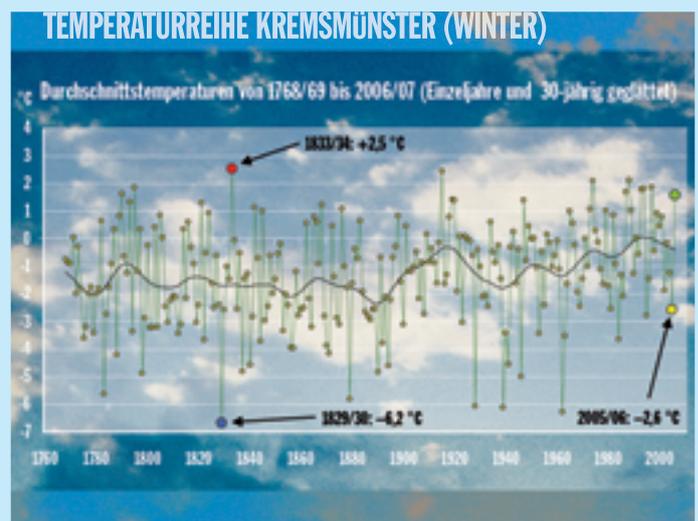
steigt laut Experten dieser Studie um ca. 2 bis 4 °C bis zum Jahr 2100. Extreme Interpretationen liegen zwischen 1 und 6 °C. Diese Zahlen sind Mittelwerte verschiedener Szenarien über Entwicklungen in unserer Welt. Die Szenarien unterscheiden sich je nach Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung sowie hinsichtlich ihrer Energieversorgung. Das Ausmaß der Erwärmung gestaltet sich regional stark unterschiedlich. In Europa wird die Mittelmeerregion trockener, in den Westalpen sollen die Niederschläge zunehmen. Der Mensch ist laut UN-Experten der Hauptverursacher des globalen Klimawandels. Durch das Verbrennen fossiler Energieträger steigt der Kohlendioxidgehalt der Luft und verstärkt den Treibhauseffekt, der sich in einer zusätzlichen Erwärmung unserer Atmosphäre niederschlägt. Die Auswirkungen auf das

Wild müssen genau beobachtet werden, um die richtigen Schlüsse für künftige Jagdszenarien zu ziehen.

### Unser Klima-Bewusstsein ist das Kapital künftiger Jagd-Generationen

Der Klimawandel vollzieht sich ganz langsam. Wir alle sollten dem Gedächtnis der Natur – dem Klima – mehr Aufmerksamkeit schenken, als dem kurzen Gedächtnis von uns Menschen. So gesehen sollte unsere Irritation über das Wetter der letzten Wochen und Monate nicht ganz so groß sein. Künftige Jagd-Generationen werden es uns danken, wenn wir klimapolitische Ziele ernst nehmen und die entsprechenden Maßnahmen für unsere Jagd heute, spätestens aber morgen greifen lassen.

**Grüner Punkt:**  
aktuelles Jahr;  
**roter Punkt:**  
bisheriger  
Höchstwert;  
**blauer Punkt:**  
bisheriger  
Tiefstwert



Böhm, Reinhard: HISTALP  
Datenbank der ZAMG, Wien