

Heinrich Röck  
**Wissenschaft Klima Politik**  
Wohin ändert sich das Klima?

**Zusammenfassung:**

Klima ist das statistische Konstrukt über 30 Jahre Wetter. Klimawandel, schnell und langsam, war immer. Was ist die Normalität des Klimas? Klimaschutz ist eine Illusion. Extreme Wetterereignisse haben seit 1850 nicht zugenommen. Die Globaltemperatur hat sich seitdem schubweise um  $0,8 \pm 0,2$  °C erhöht. Die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre nahm kontinuierlich von 290 auf 385ppm zu.

Die Antriebe des Klimas sind Sonne, kosmische Strahlung, Aerosole, Wolken, Albedo, infrarotaktive Gase wie H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O (Treibhausgase), Zyklen über 10 bis 10.000 Jahre, u.a.m.. Die etablierte Klimatologie benennt die anthropogenen CO<sub>2</sub>- und CH<sub>4</sub>-Emissionen seit der Industrialisierung (seit 1850) als die wesentliche Ursache des Anstiegs der Globaltemperatur; Kritiker erkennen die Sonne als wesentlichen Faktor.

Der anthropogene Treibhauseffekt ist nicht messbar. Seine vermutbaren Wirkungen werden mit Hypothesen berechnet und in numerische Modelle des Klimas als Antrieb eingebaut. Die Modelle des chaotischen Wetters bzw. Klimas sind Hypothesen ihrer Schöpfer über das Funktionieren des Wetters/Klimas, geeignet für Experimente am Computer, ungeeignet für Vorhersagen des realen Klimas.

Wie seit Jahrtausenden muss die Menschheit sich an den Klimawandel anpassen. Wenn es nachgewiesene menschliche Ursachen gäbe, dann wären deren Wirkungen zu verringern oder zu vermeiden.

Wissenschaft ist das falsche Werkzeug zur Lösung politischer Dispute.

**Summary:**

Climate is the statistical construct based on 30 years of weather. There has always been slow and fast climate change. What is the normality of climate? Protecting the climate is an illusion. Extreme weather occurrences have not increased since 1850. The global temperature during that interval has increased in phases by  $0,8 \pm 0,2$  °C. The CO<sub>2</sub> concentration in the atmosphere has increased steadily from 290 to 385ppm.

Drivers of climate include the sun, cosmic radiation, aerosols, clouds, albedo, infrared-active gases such as H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O (greenhouse gases), cycles lasting anywhere from 10 to 10.000 years, etc. .

The climatology establishment attributes the increase in global temperature mainly to the anthropogenic CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> emissions since the beginnings of the industrial age (around 1850); critics consider the sun to be the key factor.

The anthropogenic greenhouse effect is not measurable. Its presumable effects are computed based on hypotheses and incorporated in numerical models of the climate. Models of chaotic weather or climate are hypotheses of their creators about the functioning of weather/climate, appropriate for computer-experiments but not for predictions of the real climate.

Just as it has thousands of years, mankind must continue to adapt to climatic change. If human causes can be proven, then their effects should be minimized or avoided.

Science is the wrong tool for solving political disputes.

# Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	I
Inhaltsverzeichnis	II
Verzeichnis der Kästen und Bilder	III
<b>Kapitel</b>	
1. Wissenschaft	1
2. Wetter, Witterung, Klima	2
3. Politik, Umweltpolitik, Macht, Meinungen, Konsensus	10
4. Wissenschaftler, Politiker, Gesellschaft, Propaganda	13
5. Ändert sich das Klima? War es früher konstant?	19
6. Klimaschutz, Klimaschutz, Klimamacher	24
7. Klimamodellierung, Prognosen, Computer. Warum? Wie? Wer?	26
8. Extremes Wetter als Folge des anthropogenen Klimawandels?	38
8.1 Hochwasser in Mitteleuropa	38
8.2 Extremes Wetter, Bilder, Politik, Kanzlerworte	41
8.3 Statistik und Prognose von Extremwetter	42
8.4 Fakten, Angst, Ministerworte	48
9. Klimawandel war immer. Vor 100, 1.000, 10.000 Jahren	50
9.1 Klimawandel seit 10.000 Jahren am Beispiel der alpinen Gletscher	50
9.2 Klimawandel von AD 1000 bis 1900. Gab es Wandel vor 1900?	52
9.3 Klimawandel von AD 1900 bis 1970. Sonne? Menschheit? Oder was?	55
9.4 Klimawandel von AD 1970 bis 2010. Albedo? Oder was?	58
9.5 Und seit Millionen Jahren	61
10. Was wirkt auf das Klima?	63
10.1 Wie beeinflussen wir Menschen das Klima?	63
10.2 Wie erklärt IPCC den Anstieg der Globaltemperatur?	66
10.3 Wie erklären Kritiker diesen Anstieg?	69
11. Wohin ändert sich das Klima?	70
11.1 Die geologische Antwort	70
11.2 Die regierungsamtliche (IPCC) Antwort	70
11.3 Eine kritische Antwort	70
11.4 Kommentar zu den drei Antworten	70
12. Klima, Leben, Menschheit, CO <sub>2</sub>	72
13. Literaturverzeichnis	81

<b>Kästen</b>	<b>Seite</b>
1. Klimadiskussion vor 120 Jahren, Brückner	3
2. Temperaturmessung seit 150 Jahren	6
3. Der fiktive Treibhauseffekt von 32°C	9
4. Was ist IPCC? IPCC und Kernkraft, 2001	11
5. Ruddiman: CO <sub>2</sub> ,CH <sub>4</sub> , Landnutzung in alten Zeiten	20
6. 6.1 Wünschenswerte Selbsterkenntnis, 6.2 Meeresspiegel-Prognose	27
7. Lindzen: Bedeutung der IPCC-Berichte	23
8. Bryden, Vorholz, Rahmstorf: Nordatlantikzirkulation	29
9. Krahl: Klima, Modelle, Computer, Prognosen	30
10. IPCC 2001 zu extremen Wetterereignissen	43
11. Extremes Wetter in der guten, alten Zeit	44
12. Veizer: Kosmischer, extraterrestrischer Antrieb für das Klima	62
13. Dietze: IPCC überschätzt anthropogenes CO <sub>2</sub> , Kyoto	65
14. Hug: Der anthropogene CO <sub>2</sub> -Treibhauseffekt ist eine Petitesse	67
15. Weltweit nur noch 2,6 Kinder pro Frau	72
16. Ufer: Wie sinnvoll ist der deutsche Klimaschutz?	73
17. Solare Variabilität und Klima	78
18. Die Abkühlung der Welt, 1975	79
19. Mein Kommentar zu IPCC 2007. Was tun? Mein Vorschlag	80

## **Bilder**

1. Globale Temperaturen 1860 bis 2000, IPCC 2001	5
2. Globale Temperaturen seit 10.000 Jahren, Böhm	5
3. Paläoklimatische Daten seit 150.000 Jahren	14
4. CO <sub>2</sub> -Partialdruck und Temperatur seit 400.000 Jahren, Vostock	15
5. Globale Emissionen CO <sub>2</sub> aus Verbrennung fossiler Energieträger	22
6. Prognosen IPCC Meeresspiegelanstieg, Lernkurve	27
7. Prognosen Primärenergieverbrauch Deutschland West	31
8. Prognosen Bruttostromverbrauch Deutschland West, Lernkurve	31
9. Modellierter Wolkeneffekt für Verdoppelung CO <sub>2</sub>	33
10. Drei historische Rückblicke auf extremes Wetter	43
11. Die Rekordlebenserwartung steigt: 2,5 Jahre pro Jahrzehnt	47
12. Historische Temperaturen, Hockeystick	52
13. Sonnenflecken, solare Bestrahlungsstärke, Temperatur	56
14. Globale Albedo 1984 bis 2004	59
15. Veränderungen der Klimaantriebe 1750 bis 2000, IPCC	66
16. Alternative Veränderung der Klimaantriebe	68
17. Globaltemperatur 1880 bis 2005	85
18. Globaltemperatur monatlich 1996 bis 2010	85

## 1. Wissenschaft

Mit Hinweisen wie "Wissenschaftliche Untersuchungen haben ergeben, dass..." oder „Als Leiter einer wissenschaftlichen Behörde halte ich es für klug zu meinen, dass..." oder „ in Übereinstimmung mit wissenschaftlichen Gremien" wird die ungebrochene Autorität der Wissenschaft in absichtsvoll einschüchternder Weise beansprucht, um politische Maßnahmen unwiderlegbar zu begründen. Das ist heute gang und gäbe aber nur in seltenen Fällen berechtigt oder richtig. Und als unwiderlegbar darf keine wissenschaftliche Aussage behandelt werden (Popper). Was also ist Wissenschaft?

Wissenschaft im strengen Sinn ist gesicherte Erkenntnis. Ein dauernder Zyklus der Beobachtung, Messung, Erklärung, Überprüfung ist unabdingbar, um gesicherte Erkenntnis zu gewinnen und zu stabilisieren. „Gesichert" bedeutet, dass diese Erkenntnis kritisch erarbeitet wurde und experimentell jederzeit und überall von unabhängigen Dritten überprüft wurde und wird. Wissenschaft muss sich immer wieder dem nie endenden systematischen Hinterfragen und kritischem Querdenken stellen, vgl. Markl (60). Denn unser heutiges Wissen ist vielfach nur der Stand des gegenwärtigen Irrtums. Skepsis gegenüber der Wissenschaft ist richtig. Vertrauen ist hier falsch, so notwendig dies im täglichen Leben ist.

Die Forderung nach gesicherter Erkenntnis ist eine Vorsichtsmaßnahme

gegen die Verstrickung des Wissenschaftlers in die zeitgenössische Kultur und Politik mit ihren jeweilig herrschenden Vorurteilen, Mythen und Moden. Naturwissenschaft muss außerhalb jeglicher political correctness stattfinden.

Wissenschaft muss Berufung sein, nicht Beschäftigung. Wissenschaftler sollten nichts behaupten, was sie nicht zweifelsfrei mit Beobachtungen oder theoretischen, nachprüfbaren Rechnungen belegen können. Hier lassen sich manche, von Politik und Öffentlichkeit bedrängt, zu Aussagen verleiten, die wissenschaftlich nicht haltbar sind. Solche, bei weitem nicht alle, Wissenschaftler sind eher der Politik bzw. dem Ökoaktivismus (advocacy) zuzuordnen denn der nüchternen Forschung. Sie fühlen sich als Forscher - Priester - Politiker, vertreten die Interessen ihrer Gruppen und behaupten für die Menschheit tätig zu sein, vgl. Kaiser (61). Die wissenschaftliche Beurteilung von Problemen muss wertfrei erfolgen. Zwischen den Messdaten (auch Proxies) und der Statistik steht der Mensch, so unabhängig als möglich, dem wissenschaftlichen Ethos verpflichtet, doch immer auch mit eigenen Interessen, Werten und Zielen.

Die Menge unserer Erkenntnisse nimmt mit stürmischem Wachstum zu. Maddox (62) schrieb: „Jede Entdeckung provoziert neue Fragen. Je mehr wir wissen, desto mehr wissen wir nicht." Maddox meint, dass man zwar sehr beeindruckt sein kann vom Um-

fang und der Zunahme unserer gesicherten Erkenntnisse, dass aber gleichzeitig das Ausmaß der unbekannt, unerforschten Bereiche um so deutlicher erkennbar wird.

Schon Pascal verwendete hierfür das Gleichnis der wachsenden Wissenskugel, die im unendlichen Raum des Unwissens schwebt. Das Kugelvolumen stellt unser wachsendes Wissen dar. Die Kugeloberfläche ist die Grenze zum Unerforschten und repräsentiert unsere mit dem Wissen wachsende Erkenntnis über unser Unwissen. Wir Menschen sind nicht fähig, endgültiges, vollständiges, unanfechtbares oder gar göttliches Wissen zu erwerben.

Vor mehr als 200 Jahren charakterisierte Imanuel Kant Naturforschung wie folgt: "Die Natur entdeckt sich nur nach und nach. Man soll nicht durch Ungeduld das, was sie vor uns verbirgt, ihr durch Erdichtung abzuraten suchen, sondern abwarten, bis sie ihre Geheimnisse in deutlichen Wirkungen ungezweifelt offenbart."

Während einer Anhörung im US-Kongress am 11.05.2010 ging es um Konsensus, Skeptizismus und Reputation (168). Skeptizismus ist ein integraler Teil des Fortschritts der Wissenschaft; er hilft die Wissenschaft auf Kurs zu halten. Skeptizismus muss alternative Hypothesen und Erklärungen sowie neue Fakten anbieten, sonst ist er wertlos. Skeptikern sollte Gelegenheit zur Publikation ihrer Forschung gegeben werden, wenn diese wissenschaftlichen Standards genügt. Die etablierte Klimatologie hat an Ansehen gelitten

als ersichtlich wurde, dass sie diejenigen befeindet, die den Konsensus als wissenschaftliche Methode ablehnen und zurückweisen. Vgl. Kap. 3.

## 2. Wetter, Witterung, Klima

Klima ist ein alltäglich gebrauchtes Wort mit nicht sehr scharfer begrifflicher Abgrenzung. Es steht am Ende der Wortreihe „Wetter - Witterung - Klima“. Wetter ist das chaotische, kurzfristig variable Geschehen in der Atmosphäre, das wir heute, stündlich, täglich verspüren. Wetter ist durch seine messbaren Parameter definiert, wie Temperatur, Luftdruck, Windstärke und -richtung, Luftfeuchtigkeit, Wolken, Albedo, Aerosole, Extremereignisse u.a.m. Mit Witterung bezeichnen wir das kumulierte, statistisch gemittelte Geschehen von mehreren Tagen, Wochen, Monaten.

Das Wort Klima wendet man auf die statistische Betrachtung von Wetter und Witterung in Zeiträumen von wenigstens 30 Jahren an. Dann kommen neben den schon genannten Parametern der Ozean und die Ozeanströmungen, der Kreislauf des Wassers und Kohlenstoffs bzw. des CO<sub>2</sub>, die Parameter der Erdbahn, die Änderungen der Vulkantätigkeit und der Sonnenaktivität sowie andere Faktoren mit ins Spiel. Wetter, Witterung und Klima sind ortsabhängig. Durch Mittelung über Zeit und Raum werden statistische Durchschnitte gebildet, um mit einer oder möglichst wenigen Zahlen charakteristische (u. U. vereinfachte)

## Kasten 1

Auszug (gekürzt) aus dem Buch von Stehr und von Storch (104)

### Kap. 4.1 Ideengeschichte der Klimaänderungen, S. 61 bis 67

Zu Beginn der Verwissenschaftlichung der Klimaforschung, also gegen Mitte des 19. Jahrhunderts, waren Themen der Klimaveränderung zunächst weitgehend vernachlässigt. Erst am Ende des 19. Jahrhunderts wurde die Fragestellung der Klimavariabilität in historischer Zeit - vor allem aufgrund der Beobachtungen und Analysen von **Eduard Brückner** - zu einer wichtigen Forschungsaufgabe. Allerdings rückte sie bald wieder in den Hintergrund. Erst in unseren Tagen ist die Problematik möglicher Klimaveränderungen und ihrer Ursachen wieder zu einem der zentralen Objekte der Klimaforschung geworden.

Wir sind heute mit der Tatsache konfrontiert, dass die intensive und kontroverse Diskussion über eine von Menschen verursachte, globale Klimaveränderung nicht nur unter Wissenschaftlern, sondern auch in der Öffentlichkeit stattfindet. In diesem Zusammenhang ist der Begriff „Treibhauseffekt“ heute Allgemeingut. Unter Wissenschaftlern zeigt man sich sehr beunruhigt, appelliert zum Teil direkt an die Öffentlichkeit und warnt vor einer bevorstehenden Klimakatastrophe. Man gewinnt den Eindruck, als handele es sich hier um eine völlig neue Auseinandersetzung. Tatsächlich ist dies nicht der Fall.

Eine ähnliche Diskussion unter Wissenschaftlern fand vor hundert Jahren statt, als einer Anzahl von Klimatologen klar wurde, dass sich unser Klima nicht nur in geologischer Zeit, sondern auch in Zeiträumen von Jahrhunderten und Jahrzehnten verändert

Einige Wissenschaftler der damaligen Zeit appellierten, wie auch heute, direkt an die Öffentlichkeit und verlangten Maßnahmen, die man heute als Klimapolitik oder Klimaschutz bezeichnen würde. Weitere Klimaveränderungen mit negativen wirtschaftlichen, sozialen und politischen Folgen sollten verhindert werden. Andere Wissenschaftler waren dagegen überzeugt, es handele sich um natürliche Schwankungen des Klimas, die möglicherweise mit irgendwelchen kosmischen Prozessen in Verbindung stünden und an die sich die Gesellschaft „anpassen“ müsste.

Eduard Brückner (1863 - 1927) war langjähriger Lehrstuhlinhaber für Geographie an der Universität Wien

1890 veröffentlichte Brückner sein Hauptwerk „Klimaschwankungen seit 1700“. Aus den Schwankungen des Wasserspiegels des größten abflusslosen Sees der Welt, dem Kaspischen Meer, schloss er, dass die beobachteten Veränderungen eine klimatische, 35jährige quasi-periodische Ursache haben müssen. Maxima des Wasserspiegels sind danach Ergebnis kühler und feuchter Witterung, während die Minima durch eine trockene und warme Witterung verursacht werden. In einem weiteren Schritt analysierte Brückner den Zusammenhang von Regenfall und den damit in Verbindung stehenden Wasserständen auf der globalen Skala. Er fand, dass die säkularen Schwankungen in allen Regionen der Welt stattfinden. Brückner betonte, dass die Ursache der von ihm konstatierten Quasiperiodizität unklar sei.

Brückner interessierte sich sehr für die ökonomischen, gesellschaftlichen und politischen Folgen der Klimaschwankungen. Er befasst sich mit Fragen des Einflusses der Klimaveränderungen auf Wanderungsbewegungen, Ernteerträge und Handelsbilanzen sowie auf die Gesundheit und die Veränderungen im internationalen politischen Machtgefüge. ....

## Fortsetzung Kasten 1

Brückner publizierte seine Forschungsergebnisse in mündlicher und schriftlicher Form. Er wandte sich in Vorträgen und Zeitungsaufsätzen sowohl an die Öffentlichkeit als auch an Berufsgruppen, die von den Klimaschwankungen besonders betroffen waren, wie zum Beispiel die Bauernschaft. Seine Überlegungen wurden in der zeitgenössischen Presse diskutiert

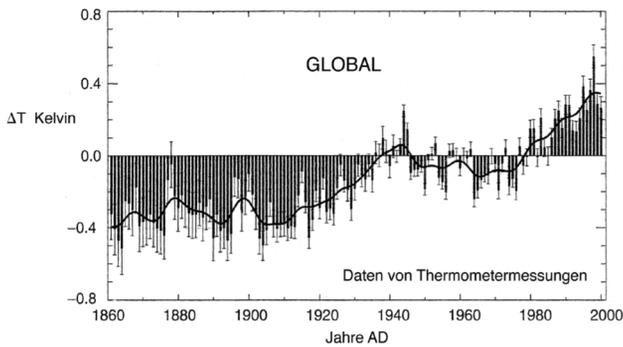
In mancher Hinsicht war die Situation Ende des vergangenen Jahrhunderts mit der heutigen vergleichbar: Den Naturwissenschaftlern wurde zunehmend deutlich, dass das Klima nicht konstant ist, sondern sich in Zeiträumen von Jahrhunderten und Jahrzehnten signifikant verändert. Gleichzeitig wurde man sich darüber klar, dass sich das Klima sowohl systematisch als Reaktion auf menschliches Verhalten als auch zeitlich begrenzt aufgrund natürlicher Prozesse verändern kann. Die Ursachen für die natürliche Klimavariabilität waren unbekannt. Spekulative Hypothesen machten etwa eine unterschiedliche Sonneneinstrahlung oder andere "kosmische" Prozesse verantwortlich. In einer der gegenwärtigen Situation durchaus vergleichbaren Reaktion machte eine Anzahl von Wissenschaftlern den Fehler, relativ langsame natürliche Klimaveränderungen als Indikatoren für systematische Schwankungen zu deuten. Beispielsweise interpretierten einige Wissenschaftler die von Brückner beschriebenen Schwankungen als Folgen von Entwaldungen und anderen Modifikationen der Landoberfläche.

Angesichts der Tatsache, dass die Klimaverhältnisse einen erheblichen Einfluss auf bestimmte Wirtschaftszweige und gesellschaftliche Institutionen haben, sahen sich die Wissenschaftler damals wie heute vor die Frage gestellt, ob sie die Öffentlichkeit nur informieren oder vielmehr vor den anstehenden Klimaschwankungen warnen sollten

Brückner fühlte sich ethisch verpflichtet, sich direkt an die Öffentlichkeit zu wenden. Im Gegensatz zu besonders umweltbewussten, "aktivistisch" orientierten Wissenschaftlern der Gegenwart verlangte Brückner allerdings keine bestimmten politischen Maßnahmen zum Klimaschutz

Die Verfechter der These von anthropogenen Klimaveränderungen im vergangenen Jahrhundert hatten in der Tat einen gewissen Einfluss auf die öffentliche Verwaltung und die Politik. In einer Reihe von Staaten wurden von Regierungen und Parlamenten Untersuchungskommissionen gegründet, um sich mit der Problematik des Klimawandels auseinanderzusetzen

Das wachsende populärwissenschaftliche Genre der Klimaforschung bzw. die öffentliche Auseinandersetzung mit dem Klimaproblem sind nicht neu. Heute wie vor 100 Jahren hatten die in diesen Diskussionen engagierten Wissenschaftler deutlich verschiedene Selbstverständnisse. Auch macht man nicht erst heute auf die mit den Daten verbundenen Unsicherheiten und Ungewissheiten in der Prognose von Klimaschwankungen aufmerksam. Heute meinen viele Beobachter, dass die globale Perspektive einen neuartigen Ansatz darstelle. Dies ist unzutreffend, Wie unser Fall demonstriert, prognostizierten Wissenschaftler schon Ende des 19. Jahrhunderts globale Umweltveränderungen. Für Brückner stand fest, dass unser Klima ein globales System ist und global wirksamen Schwankungen ausgesetzt ist.



**Bild 1**

Globaltemperaturen 1860 bis 2000 nach IPCC 2001, Bd1, S. 134. Es gibt Unsicherheiten bei den Jahrestemperaturen: Datenlücken Instrumentenfehler, methodische Fehler bei den Ozeanmessungen, Korrekturen wegen Nähe zu Urbanisation im Land. Die beste Abschätzung für die globale Temperaturveränderung an der Oberfläche seit 100 Jahren (1900 bis 2000) ist  $+0,6 \pm 0,2$  °C. Temperaturen 2000 bis 2010: Siehe S. 85.

chende, gar irreführende) Aussagen machen zu können. -Zur Historie der Klimaforschung siehe Kasten 1, S.4.

Wetter kann man messen in Wetter-Messstationen wie Zugspitze, Hohenpeissenberg, Payerne, etc. .Klima wird von Menschen aus Wetterdaten statistisch ermittelt. Wissenschaft, d.h. gesicherte Erkenntnisse ist dies dann, wenn die Wetterdaten frei zugänglich und die Statistik von mehreren unabhängigen Institutionen berechnet wird.

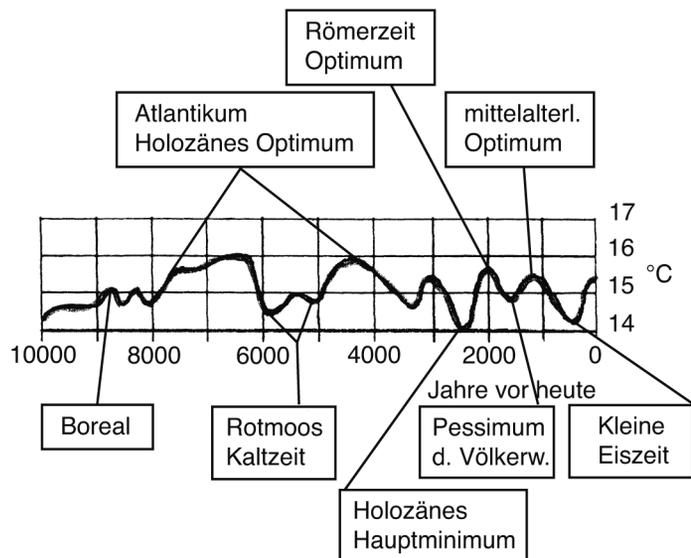
In den Medien werden Wetterstationen wichtigtuerisch aber falsch als Klimastationen bezeichnet.

Die mittlere Tagestemperatur wird in verschiedenen Ländern nach verschiedenen Vorschriften berechnet. Mangels anderer Daten benutzt man solche Standard-Temperaturen, um das Weltklima durch Mittelung über alle Messstellen, d.h. über die vielgestaltige Oberfläche unseres Planeten, und über Jahre, Jahrzehnte, von -60 bis +50 °C

**Bild 2**

Rekonstruktion des globalen Temperaturverlaufs im Holozän, das sind die letzten 12.000 Jahre. Aus verschiedenen Quellen zusammengestellt von R. Böhm: mit der geglätteten Kurve dürfen wieder nur 100-jährig geglättete aktuelle oder prognostizierte Werte verglichen werden.

Absolut sinnlos ist etwa die Aussage „das letzte Jahrzehnt war das wärmste der Nacheiszeit“. Böhm gibt eine aufschlussreiche Darstellung unseres „Klima im Wandel“ im DAV-Jahrbuch 2000, S. 117 bis 137. (DAV=Deutscher Alpenverein). – vgl Furrer (44) und Frenzel (45), vgl. Kap.9.



## Kasten 2

**Messung der Temperaturen über Land (30 %) und See (70 % der Oberfläche der Erde), Globaltemperatur.** – Vgl. hierzu IPCC 1990 S. 206 bis 216 und H. Kraus „Die Atmosphäre der Erde“, Springer 2001, S. 69-76 und C. D. Schönwiese „Klimatologie“, Ulmer 2003, S. 69, 86, 88.

1. Die Messung der meteorologischen Temperatur der Luft über Land erfolgt in 2 m Höhe in einem gut durchlüfteten, vor Regen und Strahlung schützendem Kasten. Diese Daten können auf Meereshöhe umgerechnet werden. Wie? Sie können auch ohne solche Korrektur verwendet werden; der Trend ist entscheidend. Obacht auf städtischen Wärmeinsel-Effekt! Vergleichbarkeit?
2. Die Oberflächentemperatur der See wird in einem wärmeisolierten Schöpfeimer gemessen, Tauchthermometer. Das moderne Verfahren verwendet ein Thermometer im Kühlwassereinlauf von Schiffen, der keinesfalls an der Oberfläche sondern bis zu 3 m Tiefe angebracht ist; Lufttemperaturmessungen an Bord von Schiffen am Tag sind zu unzuverlässig; nachts sind sie möglich. Inzwischen werden verankerte oder treibende Bojen eingesetzt mit präzise bestimmbarem Messort, Messhöhe, Messtiefe. -Vergleichbarkeit?
3. Die Ermittlung der Temperatur und die tägliche Mittelwertbildung werden in Europa historisch bedingt wie folgt vorgenommen: Ablesung an den „Mannheimer Stunden“ um 7, 14 und 21 Uhr Ortszeit; der 21-Uhr-Wert wird mit doppeltem Gewicht in die Mittelwertbildung eingesetzt. Die Verteilung der Messstellen bzw. Schiffsrouten über die Fläche ist unvollständig und ungleichmäßig; bis zu 1.200 km Entfernung zum nächsten Messort. Die Anbringung und Exposition von Thermometern änderte sich. Landstationen änderten ihre Positionen. Die Zahl und Orte der Messstellen änderte sich in den letzten anderthalb Jahrhunderten. In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts verringerte sich die Zahl der Stationen von ca. 5000 auf nun ca. 1500. In Deutschland ist die Mess- und Registriermethodik digitalisiert, automatisiert und zentralisiert. -Vergleichbarkeit? Vgl. Bild 1.
4. Aus den Landtemperaturen und Seetemperaturen gemäß 1, 2, 3 wird das statistische Konstrukt Globaltemperatur von 3 Instituten (Met Office, GB; Goddard Inst., NASA, USA; US Natl. Clim. Data Center) ermittelt. IPCC 2001, Bd. 1, S. 3: von 1860 bis 1999 stieg diese um 0,85 °C; von 1900 bis 1999 um 0,7 °C. 1998 bis 2008: Siehe Titelbild und S. 85.
5. Unmittelbar über dem Boden existieren große vertikale Temperaturgradienten (in Winter Nächten über Schnee bis 5 °C, an Sommertagen über Sand bis 20 °C). Astronomen wissen um die bodennahen, in der Antarktis extrem steilen Temperaturgradienten am Boden und die dadurch ausgelösten Turbulenzen auch bei Windstille [Nature 438 415 (2005)]. Proxi-daten (vgl. Kap. 9.1 und 9.2, sowie Bild 2, 3, 4) für die Paläotemperaturen sind biologisch mitverursacht und haben nicht notwendig etwas zu tun mit konventionellen, instrumentellen Messdaten der meteorologischen Lufttemperatur, siehe obige Punkte 1, 2, 3.  
  
Für die Wärmeabstrahlung vom Boden ist die Temperatur der Bodenoberfläche maßgebend, nicht die Temperatur der Luft in 2 m Höhe. Welche Temperatur setzt man in die Klimamodelle ein? Welche Temperatur kommt bei der Modellierung heraus?
6. Fazit: einfach ist es nicht, die Temperatur richtig zu messen, zu mitteln, statistisch zu bearbeiten und zu wissen, was wir damit gemessen haben. Die Messung ist Konvention, nicht Wissenschaft.

zu charakterisieren. Auf besiedeltem Land ist die Dichte der Messpunkte befriedigend, auch auf häufig befahrenen Schifffahrtswegen. Die Wüsten der Kontinente und der Ozeane sind aber erst seit wenigen Jahren und mit wenigen Punkten im Messnetz repräsentiert. Von Satelliten aus ist seit 40 Jahren eine umfassende Temperaturmessung der unteren Atmosphäre von 1 bis 5 km Höhe möglich, die einen geringeren Temperaturanstieg im Vergleich zu den Messungen am Boden ergab. Daraus resultiert für das nicht flächendeckende Bodenmessnetz eine Korrektur des Trends um  $0,04\text{ }^{\circ}\text{C}$  pro Dekade nach unten, Santer (63).-Siehe Kasten 2, S.6.

Das einzig Konstante am Wetter ist seine enorme Variabilität. Verabredungsgemäß ist Klima die über Raum und Zeit verdichtete, 30-jährige Mittelung dieser enormen Variabilität. Es ist mithin eine langfristige, standardisierte, statistische, konstruierte Aussage über das oft sehr hautnah erfahrbare, kurzfristig enorm variable Wetter. Dieses Klima ist des Menschen Geschöpf; die Globaltemperatur ist ein Maximum an verfremdender Abstraktion vgl. Bild 1, S.5, wo jährliche Mittel und das gleitende 10-jährige Mittel dargestellt sind. Das Titelbild dieses Texts zeigt u.a. die Fortsetzung im laufenden Jahrhundert. Im Oktober 2009 stellte Kerr (176) die Frage: "Wo bleibt die globale Erwärmung?". Die Antwort der etablierten Klimatologie war "wartet nur ein Bisschen". Im Zeitraum 1998 bis 2008 ist die Globaltemperatur nicht gestiegen (siehe Titelbild

Mitte, roter und blauer Linienzug) bei ansteigenden  $\text{CO}_2$ -Konzentrationen (grüne Linie). Das sei nicht überraschend weil Folge der Klimavariabilität einschließlich des Einflusses der Sonne. Ob nun Aerosole oder Ozeane oder Sonne dieses 10-jährige Stillhalten verursachten, oder sonstwas, die etablierte Klimatologie war sich eing in der modellgestützten Vorhersage, das in Bälde (5 Jahre) die Erwärmung wieder rapide einsetzen wird. -Klimapolitik erhebt das Konstrukt der Globaltemperatur zu einem Richtwert, den es zu schützen gelte, Thüne (64). Obwohl wir eine gute Kenntnis der kurzfristigen Wetterentwicklung haben, fehlt uns weitgehend das Verständnis für die längerfristige Klimaentwicklung, Ruelle (65).

Die nach verschiedenen Methoden bestimmten 100-jährigen Mittel der Globaltemperaturen seit 10.000 Jahren zeigt Bild 2, S.5.

Die Daten über den Zustand der Atmosphäre werden gemittelt für Tag oder Nacht, für Frühjahr oder Sommer oder Herbst oder Winter, für Regionen wie Bayern oder Deutschland oder Mitteleuropa oder ganze Kontinente, für die Nord- oder die Südhemisphäre, für unseren ganzen Globus, der aus mehreren Gründen richtiger „Wasser“ denn Erde hieße. Die vorne genannten meteorologischen Daten werden mit unterschiedlicher Genauigkeit und Dichte der Messorte erfasst, heutzutage besser und vertrauenswürdiger als vor 100 Jahren. In der Öffentlichkeit wird die Temperatur intensiv diskutiert. Der schwieriger zu er-

fassende Niederschlag findet schon geringere Beachtung, mit Ausnahme der Extremereignisse, die dann mit apokalyptischer Sicht ausgedeutet werden. Nach dem trockenwarmen Sommer des Jahres 2003 in Mitteleuropa stellten sich viele Deutsche die Frage, ob dieser Sommer Klima gemacht habe. Die Antwort: nein. – Macht ein nasskühler Sommer in Deutschland (wie 2002) Klima? Nein. – Macht ein schneereicher kalter Winter in Deutschland (wie 2005/2006) Klima? Nein. Solche Wetterperioden werden unter dem Begriff Witterung eingeordnet. Sie tragen mit je einem Dreißigstel zum Sommer- bzw. Winterklima der letzten dreißig Jahre bei. Unser langfristiges Bewusstsein wird durch solche extreme Witterungsereignisse sicher stärker geprägt als mit einem Dreißigstel; diese Prägung wird von Politikern und Aktivisten genutzt und medial verstärkt: die Hitze/ Überschwemmung/ Stürme/ Dürren/ Lawinen sind die Vorboten der erwarteten Klimakatastrophe.

Man kann fast jeden Tag aus irgendwelchen Orten oder Regionen unseres Planeten Rekorde von Wetterphänomenen, insbesondere Extreme, über frei wählbare Zeitperioden melden, über 10, 100 oder 1.000 Jahre. Für die Medien ist das interessant, für das Klima ist es ohne Belang. Im März 2004 war in St. Gallen seit 70 Jahren noch nie so viel Schnee in so kurzer Zeit gefallen. Oder: In Pakistans Bergen hat es seit 1.000 Jahren noch nie so viel geschneit, wie in den letzten 100 Jahren (56). In Namibia regnete es im Januar

2006 doppelt so viel wie im Jahresdurchschnitt!

Extreme Wetterereignisse werden als Folge und sogar als Beweis des menschengemachten Klimawandels dargestellt. Der Rückblick über die letzten 500 oder 1.000 Jahre europäischer Klimageschichte widerlegt diese Meinung: In Phasen kühlen Klimas ereigneten sich heiße Sommer und in warmen Phasen gab es kalte Winter. Siehe das Kapitel 8 „Extremes Wetter als Folge anthropogenen Klimawandels?“.

Die Zunahme von Extremwetter in Deutschland infolge des globalen Klimawandels wurde mit regionalen Klimamodellen und mit bisher nicht erreichter Genauigkeit (!?) am MPI f. Met. Hamburg vorausberechnet (54). Solche Aussagen über begrenzte kleine Regionen sind sehr problematisch. Doch Umweltpolitiker und Klimaaktivisten lieben solche Prognosen und benutzen sie in ihren Aufforderungen, durch Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen das Klima und die Welt zu retten. Im Kasten 2 (S. 6) wird der Frage nachgegangen, was das denn für eine Temperatur ist, über die wir uns in Klimatologie und Politik unterhalten.

Kasten 3 (S. 9) schildert die Abschätzung des fiktiven Treibhauseffekts der Erdatmosphäre, die berühmten 32 °C, eine grobe Vereinfachung eines komplexen Sachverhaltes, merkwürdig unphysikalisch.

Einen Rückblick auf die Klimadiskussion vor 120 Jahren bringen Stehr und von Storch (104), der auszugsweise im Kasten 1 (S. 3) dargestellt ist. Ruß war vermutlich schon damals klimawirksam.

### Kasten 3

Gängige Abschätzung des **fiktiven Treibhauseffekts** der Erdatmosphäre, wie sie R. P. Wayne in seinem Buch „Chemistry of Atmospheres“, 2<sup>nd</sup> Ed. (1991), Clarendon Press, S. 41 beschreibt. Vgl. auch IPCC 1990, S. XXXVI; IPCC 1995, Bd. 1, S. 57; IPCC 2001, Bd.1, S. 89; C. D. Schönwiese „Klimatologie“, Ulmer 2003, S. 122, 337.

1. Einstrahlung der Sonne, gemittelt über die variierenden Abstände zur Sonne (Perihel 147, Aphel 152, Mittel 149,6 Mio km), außerhalb der Atmosphäre bei senkrechtem Einfall über alle Wellenlängen gemessen:  $F_s = 1368 \text{ W/m}^2 \pm 0,1 \%$  (vor 330 Jahren  $-0,25 \%$ ).
2. Die Sonne bestrahlt immer nur im zeitlichen Mittel ein Viertel der gesamten Erdoberfläche, also nur  $\pi R^2$ . Die Erde strahlt immer mit ihrer gesamten Oberfläche  $4\pi R^2$  Wärme in den Weltraum.  $R$  = Erdradius.
3. Der Erdboden, die Ozeane, Seen und die Atmosphäre absorbieren und reflektieren die kurzwellige Sonnenstrahlung. Den reflektierten Anteil nennt man die Albedo (zu messen bei senkrechtem Einfall). Die globale Albedo der Erde ist  $A \approx 0,29$ ; der absorbierte Anteil ist  $1 - A \approx 0,71$ . Die mittlere Albedo soll von Pol zu Pol gelten, eine Fiktion.
4. Die Erde strahlt mit ihrer Oberfläche näherungsweise gemäß dem Stefan-Boltzmannschen Gesetz mit ihrer mittleren Temperatur  $T_e$  die absorbierte Sonnenenergie als langwellige Wärmestrahlung  $E$  in den Weltraum,  $E = 4\pi R^2 \cdot \sigma T_e^4$ ;  $= 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{K}^4$ . Die mittlere Temperatur soll von Pol zu Pol gelten, eine Fiktion.
5. Im stationären Zustand muss die absorbierte Energie  $(1-A) F_s \pi R^2$  gleich der emittierten sein, also  $(1-A) F_s \pi R^2 = 4\pi R^2 \cdot \sigma T_e^4$  und  $(1-A) F_s = 4\sigma T_e^4$   
Mit den schon genannten Daten für  $A$ ,  $F_s$  und  $\sigma$  errechnet man eine fiktive mittlere Oberflächentemperatur von  $T_e = 256 \text{ K}$  oder  $-17 \text{ }^\circ\text{C}$ , wobei man für  $A$  zwar die Albedo der Oberfläche und der Atmosphäre mit ihren Wolken und Treibhausgasen eingesetzt hat,  $T_e$  aber als die einer fiktiven Atmosphäre ohne Treibhauseffekt ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_4$ ) betrachtet.
6. Die bodennahe, global gemittelte Temperatur  $T_r$  der Erde ist „real“  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  bzw.  $T_r = 288 \text{ K}$ .
7. Aus (5) und (6) ergibt sich eine Temperaturdifferenz  $T_r - T_e = 32 \text{ K}$  bzw.  $^\circ\text{C}$ .
8. Die Hauptbestandteile der Luft  $\text{N}_2$  und  $\text{O}_2$  absorbieren keine Strahlung. Mit der Annahme, dass andere Klimafaktoren nicht existieren, werden die infrarotaktiven Spurengase  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{O}_3$  u. a. m., die Treibhausgase, für die volle Temperaturdifferenz verantwortlich gemacht, für den fiktiven Treibhauseffekt von  $32 \text{ }^\circ\text{C}$ .
9. Die lebendige Erde ist nie in einem thermodynamischen, isothermen Gleichgewicht. Sie ist bestenfalls sekundenweise in einem nicht isothermen stationären Zustand, für den die Stefan-Boltzmann-Gleichung nicht bzw. nur näherungsweise gilt. Die Annahme der Isothermie ist unphysikalisch wegen der  $T^4$ -Abhängigkeit der Strahlung, aber auch wegen der nicht am Boden stattfindenden Wolken-Albedo.  
Die Albedo ist wesentlich bedingt durch Eis, Schnee und Wolken mit ihrer großen Reflektivität und durch die Ozeane mit ihrer geringen Reflektivität, also durch Wasser, das stärkste Treibhausgas. – Bei einer mittleren Erdtemperatur von  $-17 \text{ }^\circ\text{C}$  wäre die Albedo unseres Planeten höher als  $0,29$ , weil an der Oberfläche kaum flüssiges Wasser aber sehr viel mehr Eis und Schnee vorhanden wären. Die Voraussetzungen der Rechnung sind mit dem Ergebnis nicht kompatibel.
10. Ich meine, dieses einfachste Modell (1 bis 7) ist inkonsistent, unlogisch, unphysikalisch. Der so abgeschätzte Treibhauseffekt von  $32 \text{ }^\circ\text{C}$  ist eine Fiktion. Man schreibt der Natur unter Verwendung einiger realer Elemente vor, wie sie fiktiv im Modell zu funktionieren habe. Das Ergebnis ist nicht überzeugend und lässt einen fragen, ob die gängigen Klimamodellierungen ähnlich unphysikalische Elemente enthalten.

### 3. Politik, Umweltpolitik, Macht, Meinungen, Tatbestände

Das Ziel der Politik ist die Verwirklichung des Gemeinwohls. Politiker streben an die Macht, erhalten sich die Macht und engagieren sich für die Realisierung ihrer Ziele.

Die Umweltprobleme des 20. Jahrhunderts wurden anfangs gering bewertet im Vergleich zu anderen Zielsetzungen, vgl. Radkau (58). Das war der Anlass für die Etablierung von neuen Parteien und Nicht-Regierungsorganisationen (NGO), die sich den Umweltschutz auf ihre Fahne schrieben und die hierin die Chance sahen und sehen, den etablierten Parteien die Macht zu entwenden mit der Absicht, es besser zu machen. Die Agenda 21 zielt auf Nachhaltigkeit und fordert Kompromissbereitschaft zwischen ökonomischen, sozialen und ökologischen Belangen und Zielen unseres Daseins auf dem Planeten Erde, in Europa und in Deutschland. Oder gezielter: Nachhaltige Energiepolitik sucht Kompromisse im Dreieck von Umweltverträglichkeit, Wirtschaftlichkeit und Versorgungssicherheit.

Die Prioritierung nur eines der Ziele ist politisch verständlich, aber nachhaltig falsch. Die fossilen Energien haben durchaus ihren Platz im Energiemix unseres Landes neben den alternativen Energien und der vom IPCC (vgl. Kasten 4) empfohlenen Kernenergie. Angesichts der Probleme im Nahen Osten ist die Verringerung des Erdölverbrauchs geboten, also von Benzin und Diesel. Vor unliebsamen Erpressungen müssen sich die Energieverbraucher durch Diversifikation und Innovation

schützen, wobei Kompromisse im Sinn der Agenda 21 zu schließen sind.

Das Zeitalter der Nutzung fossiler Energien wird wahrscheinlich nicht aus Mangel an diesen Ressourcen zu Ende gehen, sondern weil andere Energieformen wegen ökonomischer, sozialer und ökologischer Faktoren die geeigneteren sein werden, nach entsprechender sorgfältiger Abwägung. Die Steinzeit ging auch nicht aus Mangel an Steinen zu Ende.

Das infrarotaktive Kohlendioxid ist eine für das Leben (Photosynthese) unverzichtbare Komponente, ebenso das Wasser. Wenn eine der beiden fehlt, gibt es kein Leben. Die Rede vom Klimakiller oder Klimagift  $\text{CO}_2$  ist ideologischer Unfug. Kohlendioxidemissionen sind keine Luftverschmutzung oder Klimafrevel; der Ausdruck „Verschmutzungsrechte“-Handel ist grob irreführend.  $\text{CO}_2$  ist nicht gesundheitsgefährdend; auch dann nicht wenn die US-EPA es dekretiert. Jeder Mensch ist  $\text{CO}_2$ -Emitent.

Wasser ist das wirksamste infrarotaktive Gas unseres Planeten. Es tritt in drei Zustandsformen (Gas, Flüssigkeit, Feststoff) auf. Seine Wirkungen hängen nicht nur an seiner Infrarotaktivität und sind daher schwieriger zu fassen und zu beschreiben als die des  $\text{CO}_2$ . Von anthropogenem  $\text{H}_2\text{O}$  ist nicht die Rede. Seine Effekte werden über die Rückkopplung an die Temperatur erfasst. Jeder Mensch ist  $\text{H}_2\text{O}$ -Emitent.

$\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$  sind die wesentlichen

#### Kasten 4

##### Was ist IPCC = Intergovernmental Panel on Climate Change? IPCC und Kernkraft, 2001

Das IPCC ist ein internationaler, von den Regierungen der Staaten unseres Planeten und von der UNO geförderter Zusammenschluss (seit 1988) von Klimatologen, Meteorologen, Atmosphäreforschern, Ozeanologen, Ökonomen und Wissenschaftlern aus vielen anderen Disziplinen, mit der Aufgabe, das komplexe Klimasystem zu ergründen und seine vergangene und zukünftige Entwicklung konsensual berechenbar zu machen. Das IPCC gibt fortlaufend Berichte über seine Arbeit heraus; es erstellte 1990, 1995, 2001 und 2007 zusammenfassende Beurteilungen der Klimaproblematik (siehe Kasten 7, S. 23) und der Maßnahmen zur Verringerung oder Vermeidung einer anthropogenen Erwärmung: So empfiehlt IPCC 2001, Bd. 3, S. 5, und IPCC 2007, Bd. 3, S. 268 u. a. die Nutzung der Kernkraft und die Laufzeitverlängerung vorhandener Kernkraftwerke zur Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Deutschland scheint dieser vernünftigen Empfehlung nicht folgen zu wollen. Vorsorge auf Basis gesicherter Erkenntnis und mit „no-regret-Maßnahmen“ ist empfehlenswert. 1970 sorgte man sich um eine Abkühlung (siehe Kasten 18, S. 79).

Komponenten der Biosphäre, der Basis auch des menschlichen Lebens.

Es gibt keine erneuerbaren Energien, selbst wenn unsere Bundesregierung diesen falschen Begriff in den Titel eines Gesetzestextes aufgenommen hat. Es handelt sich um alternative Energien, bei Photovoltaik, Solarthermie und Windkraft nur um additive Energien.

Umweltpolitik erfordert in aller Breite die Mitwirkung der Naturwissenschaften zur Charakterisierung dessen, was Umwelt eigentlich in der Vergangenheit war, was sie heute ist, und was sie in Zukunft sein wird, und wie sich unser umweltpolitisches Tun positiv und negativ auswirken wird.

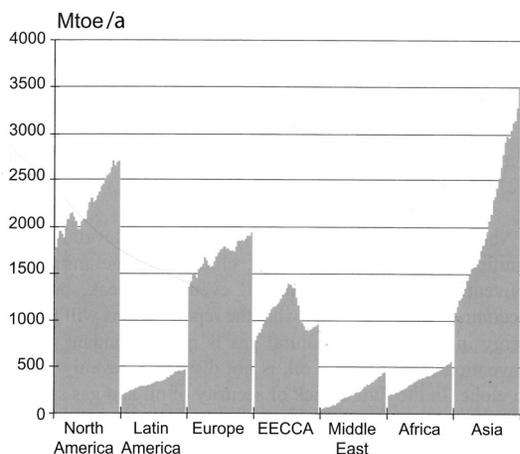
Politik wird mit Meinungen gemacht. Schon vor 1900 Jahren stellte der Philosoph Epiktet fest, was die Menschen politisch umtreibt und bewegt: „Nicht die Dinge selbst, sondern die Meinungen von den Dingen beunruhigen den Menschen.“ Oder modern ausge-

drückt: Nicht die naturwissenschaftlichen Fakten, sondern die hierüber verbreiteten medialen Meinungen versetzen uns in Unruhe.

Eine in unserer Zeit formulierte Erweiterung der Erkenntnis des antiken Weisen lautet, „dass nun auch Meinungen als Daten anerkannt sind; oder anders gesagt, dass die Fakten nicht das Entscheidende sind, sondern die Vorstellung, die die Menschen von den Fakten haben; und dies heißt doch, dass subjektive Anschauungen objektive Tatbestände schaffen“. Diese für uns gar nicht schmeichelhafte Feststellung äußerte Marion Gräfin Dönhoff (66). In der kommerziellen Werbung und in der politischen Propaganda muss man zur Kenntnis nehmen, dass subjektive Auffassungen sich zu objektiven Tatbeständen verhärten. Für Diktaturen trifft das eher zu als für Demokratien. Für die Naturwissenschaften und für die Umweltpolitik ist dieser Mechanismus von Datenbeschaffung vehement

abzulehnen. Wir brauchen gesicherte Erkenntnisse, um vernünftige Politik zu betreiben.

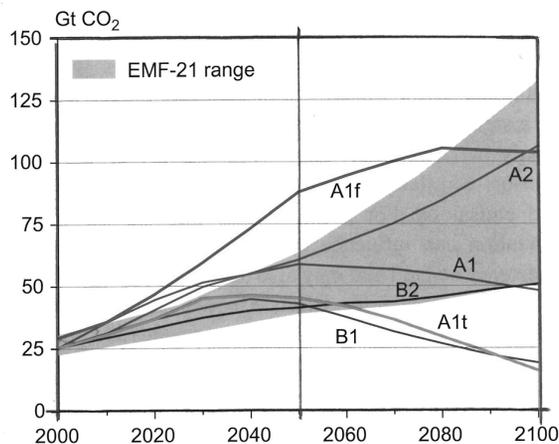
Die Linien der Politik werden mit mehrheitlichen Beschlüssen gefunden und abgesichert. Gesicherte naturwissenschaftliche Erkenntnis ist nicht durch die Meinung von Mehrheiten zu gewinnen. Maddox (67) hat das IPCC und dessen damaligen Chairman J. Houghton scharf kritisiert wegen der Verwendung der politischen Methodik des Konsensus in der Klimawissenschaft. In einer ausführlichen Besprechung von acht Büchern zum Thema Klima, Wissenschaft und Politik vertritt Kitcher (170) die Meinung, dass der Konsensus der Wissenschaftler aus den relevanten Instituten und Forschungsdisziplinen die maßgebende Grundlage für die Kenntnisse über den Klimawandel und für das politische Handeln ist. Das ist falsch. Die Politik



*Der Energiehunger der Welt. Jährlicher Primärenergieverbrauch 1971 bis 2003, einschließlich traditioneller Biomasse. EECCA - Osteuropa, Kaukasus und Zentralasien. Mtoe = Mio t Öläquivalente, 1000 Mtoe = 42 EJ. - aus IPCC Bd. 3 S. 43, Fig. TS 12.*

muss sich hüten, mit dieser Methodik in die Wissenschaft einzudringen. Vgl. Kap. 1.

Umweltpolitiker wollen Vorsorge auch dann betreiben, wenn eine gesicherte Erkenntnis über vermutete Gefahren noch gar nicht vorliegt. Die anthropogene Klimakatastrophe wird als eine neue 'Sünde der Menschheit' medial beschworen, und Gegenmaßnahmen sollen eingeleitet werden, die nur dann unterbleiben dürfen, wenn die Katastrophe mit an 'Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit' ausgeschlossen werden kann. „Können Sie ausschließen, dass...“ ist eine beliebte Frage bei der Diskussion von komplexen Gefahren mit geringer bis fehlender Eintrittswahrscheinlichkeit, vgl. Böttcher (68); Luhmann (69). Im Fall Klima ist nichts ausschließbar, weil wir zu wenig wissen.



*Langfristszenarien für CO<sub>2</sub>-Emissionen. Linienzüge: Verschiedene Szenarien des IPCC. Grauer Bereich: Höchste und geringste Emissionsszenarien des EMF (=Energie Modeling Forum, Stanford University). - aus IPCC 2007 Bd. 3 S. 187, Fig. 3.9.*

#### 4. Wissenschaftler, Politiker, Gesellschaft, Propaganda

Die Menschen des Mittelalters glaubten, dass die Erde der Mittelpunkt der Welt sei, und dass die Sonne die Erde umkreise. Geozentrische Modelle mit immer komplizierteren unphysikalischen Korrekturgliedern (Epizyklen, Nebenkreise, Excenter) waren in der Lage, die immer genauer beobachteten Planetenbahnen in Rück- und Vorschau befriedigend zu erklären. Dies war ein notwendiges, aber kein hinreichendes Kriterium für die Richtigkeit des Modells. Man betrachtete dies als die Validierung (Bestätigung) des geozentrischen Weltmodells, das von damals höchstzuständiger und unkritischer Seite zu einem unverrückbaren Tatbestand erhoben worden war.\* Unser heutiges, heliozentrisches Weltbild haben Kopernikus, Kepler und Galilei erstritten. Solche Vorgänge begründeten die modernen Naturwissenschaften: Nur gesicherte Erkenntnis, nicht die Meinung eines oder der als unwiderlegbar betrachtete Konsensus mehrerer Experten in Konzilen und Panels darf Anspruch darauf erheben, Wissenschaft zu sein. Heute wird die Erfüllung eines notwendigen Kriteriums immer noch gerne als Validierung, als endgültige Bestätigung einer Theorie präsentiert; das ist falsch.

Umweltpolitik ohne gesicherte Erkenntnis ist schnell und leicht zu machen mit kraftvollen Schlagworten, die komplexe, vernetzte Sachverhalte auf einfache lineare Ursache-Wirkung-Beziehungen zurückführen. Das Gute und das Böse als Dualität, als Janus-Gesicht, das wird verstanden. Ökologische Probleme sind meist das Gegen-

teil davon, sie sind nichtlinear, hoch vernetzt und schwer verständlich. Radikale Vereinfachung und emotionale Einfärbung liefern dann die griffigen Formulierungen wie Klimakatastrophe, Klimafrevler, Luftverpestung, Zerstörung der Atmosphäre, Dürre, Überschwemmung, Hitzewelle; oder wie „Kohlendioxid, das Klimagas, der Klimakiller, das Klimagift“; oder der „Count down läuft, die Zeitbombe tickt, es ist fünf Minuten vor zwölf.“ Solche Wortwahl ist eine apokalyptische Drohgebärde mit der Absicht: „Erschrecke sie zu Tode, und sie werden Geld spenden, Vermögen stiften, Forschung finanzieren, Ökosteuern akzeptieren und - vielleicht, vielleicht - sogar ihre Lebensweise ändern“. Luhmann (69) meint, dass wir erschreckt werden müssen, um unsere Affekte die rationalistischen Zweifel überwinden zu lassen und wahr zu nehmen, was nicht wissenschaftlich, sondern nur gefühlsmäßig erkennbar ist, nämlich die Sünde der anthropogenen Klimakatastrophe, ausgelöst durch die Nutzung fossiler Energieträger. Luhmanns Schilderung der industriellen Revolution folgt absichtsvoll einer klimapolitischen Tendenz. Dagegen präsentiert Siefertle (70) eine historische Sicht des Übergangs vom flächengebundenen dezentralen Solarenergiesystem unserer Vorfahren zum zentralisierten, auf der Nutzung fossiler Energieträger beruhenden Energiesystem der Gegenwart, von der agrarischen, konservativen Zivilisation zur dynamischen, innovativen Industriegesellschaft und schließlich zu einem postindustriellen

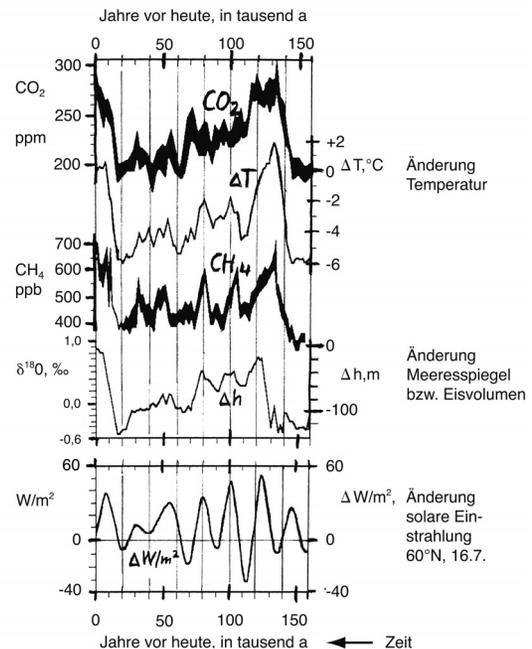
\* *Psalm 93,1-Der Erdkreis ist fest gegründet; nie wird er wanken-*

Hitec-Solarenergiesystem in ferner (oder naher?) Zukunft.

Der amerikanische Journalist und Philosoph Mencken beschrieb praktische und praktizierte Politik als die Methode, die Bevölkerung mit herbeigeredeten Gespenstern zu erschrecken, sie kontinuierlich in diesem Alarmzustand zu halten und anzubieten, die Gespenster zu vertreiben, falls man sie, die richtigen Politiker, wähle. Mencken überzeichnete provokativ. Im Fall der Klimapolitik lässt der moderne Politiker die Gespenster modellieren und mit dem Computer die erschreckende Zukunft berechnen, in unserem Fall die zukünftige anthropogene Klimakatastrophe. Der Politiker profiliert sich dann mit der beabsichtigten Rettung des Klimas, was ihm über Wahlen zur Macht verhilft und ihm ermöglicht, Steuern und Emissionsrechte-Handelssysteme einzuführen.

Der Propagandaerfolg ist mit drei altbewährten Regeln (Dovifat) zu sichern: ständige Wiederholung, lineare Vereinfachung und gefühlsmäßige Steigerung. Und nun auch mit Bildern in Printmedien, Internet oder im Fernsehen.

Mit dieser Methodik werden zu ökologischen Problemen Meinungen gemacht, die naturwissenschaftlich unhaltbar sind. Aber wenn nur 3 % der Bürger die Irreführung bemerken, dann kann sie für 97 % das gegebenenfalls wahlwirksame "Faktum" sein. Tocqueville meinte im 19. Jahrhundert: „Das Publikum wird eher die

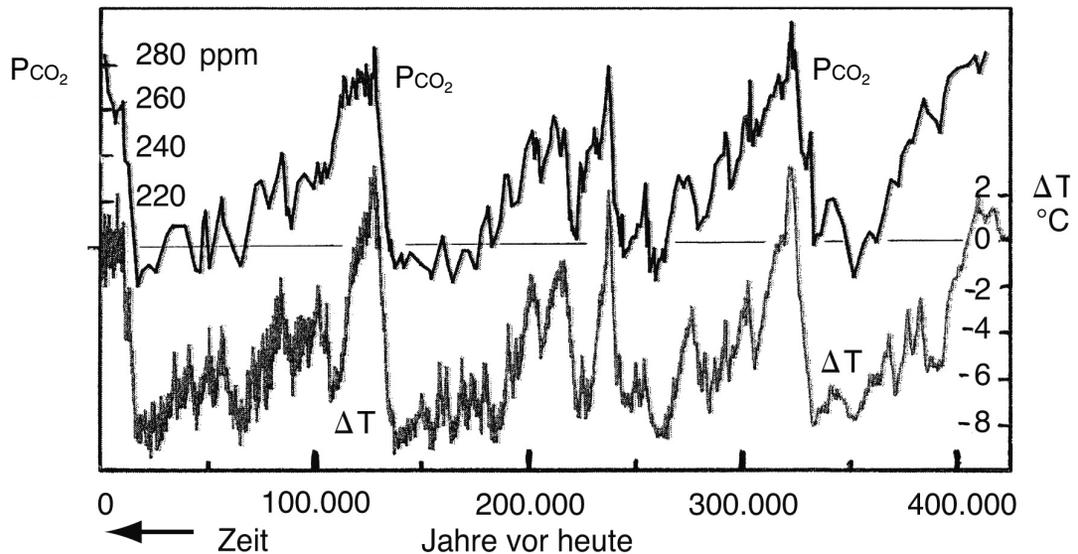


**Bild 3**

Einige paläoklimatische Daten seit 150.000 Jahren. Eiskernkorrelation nach Rayand et al. (1993) und Hochsommer-Sonneneinstrahlung Land Nordhemisphäre, nach Berger (1978); entnommen bei H. Volz, Erdöl, Erdgas, Kohle 116, 431 (2000). -Die Genauigkeit solcher Datensätze ist fragwürdig.

einfache Lüge als die komplizierte Wahrheit glauben.“

Konkret sagte der Klimaforscher Stephen Schneider (71) im Oktober 1989 in einem Interview: „Um die öffentliche Aufmerksamkeit und die Phantasie der Medien zu erregen, müssen die Klimatologen Schreckensszenarien verbreiten, vereinfachte dramatische Statements abgeben und die Zweifel, die man haben könnte, nicht erwähnen. Jeder von uns muss selbst über die



**Bild 4**

Atmosphärische CO<sub>2</sub>-Konzentration und lokale Temperaturänderungen an der Forschungsstation Vostok (Antarktis) über die letzten 400.000 Jahre, gewonnen aus Eisbohrkernanalysen.

Quelle: Petit et al., 1999 mit Ergänzungen (Claussen, 2003), aus einer Broschüre des BMBF.

Hier nicht erkennbar, bei detaillierten Untersuchungen über die Zeit vor 100.000 Jahren sichtbar: Die Temperatur änderte sich zuerst, das CO<sub>2</sub> folgte. Und: Die Temperaturänderungen während der Kaltzeiten waren zum Teil sehr schnell: Dansgaard-Oeschger-Ereignisse in der letzten Eiszeit, wo sich in Grönland die Temperatur bis zu 15 °C in einigen Jahrzehnten geändert haben soll; das wären 4 °C in 10 Jahren (206). Die Globaltemperatur der Eem-Warmzeit (vor 130.000 bis 115.000) soll etwa 5 °C wärmer als heute gewesen sein (Nature 466 670 (2010)). Genauigkeit?

richtige Balance zwischen Effektivität und Ehrlichkeit entscheiden“. Der frühere US-Vizepräsident und Träger des Friedens-Nobelpreises Al Gore handelt nach diesen Anweisungen mit der Absicht, das Klima und die Welt zu retten. Schneider liegt mit seiner Feststellung auf der Linie eines Strategiepapiers (72) der Kernforschungs-Anstalt (KFA) Jülich vom Oktober 1988 zur Klimapolitik. Dort heißt es: „Ausschlaggebend für eine Veränderung der öffentlichen Meinung sind Informationen, die abgegeben von Primärkommunikatoren wie Wissenschaftlern, eine bestimmte Signalstärke überschreiten. Durchdringend wird dieses

Signal nur dann sein, wenn es sich populärer Begriffe und Denkmuster bedient, die im Alltagsbewusstsein der Menschen einen Platz haben“.

Im gleichen Strategiepapier steht geschrieben: „Auch wenn es heute noch nicht möglich ist, einen strengen wissenschaftlichen Beweis über das Eintreten eines Treibhauseffekts zu führen, darf das die Politik nicht lähmen. Sie muss auf Basis unvollständigen Wissens handeln. Beispielhaft ist die Volkswirtschaftslehre, die - obwohl keinesfalls beweisbarer als die Ergebnisse der Klimaforschung und häufig auf umstrittenen Fundamenten aufge-

baut - der Politik als Richtschnur dient". Sowohl Politiker als auch Volkswirte nahmen sich das zu Herzen: Man dürfe nicht warten, bis die letzten Zweifel der Wissenschaft ausgeräumt seien; man müsse jetzt Vorsorgemaßnahmen treffen, um das Schlimmste zu verhindern. Wenn aber das anthropogene CO<sub>2</sub> dafür nicht verantwortlich ist, dann sind CO<sub>2</sub>-Minderungsmaßnahmen keine klimatische Abhilfe, und das Geld dafür wird an anderer Stelle fehlen. Und zu bedenken ist, dass die Modelle der Volkswirtschaftstheoretiker während der Weltwirtschaftskrise 2008/2009 ihre Unbrauchbarkeit bewiesen und ihre Beispielhaftigkeit verloren haben, obwohl Nobelpreisträger der Ökonomie an ihrer Entwicklung beteiligt waren und ihre Anwendung gefördert haben.

Der Begriff bzw. das Konstrukt der globalen, jährlichen Durchschnittstemperatur ist im Alltagsbewusstsein nicht präsent. Das Denkmuster der Sintflut ist dagegen jedem vertraut. Mit Bildern und Berichten von Extrem-Ereignissen des Wetterablaufs kann man die Öffentlichkeit erschrecken und aufrütteln; Politik und Kirchen taten es seit Jahrhunderten.

Auch die Epidemien erschrecken das Publikum. Die prognostizierte Zunahme der Globaltemperatur wurde seit den 80er Jahren mit einer Ausbreitung der Malaria nach Norden verknüpft. Mediziner haben frühzeitig darauf hingewiesen, dass die Massnahmen der

Malaria-Prophylaxe wesentlich stärker die Verbreitung der Malaria beeinflussen als jeglicher Klimawandel, was nun von Hay et al. (164) bestätigt wurde.

Die Grußworte des Schirmherren einer Informationsveranstaltung (Febr. 2000) zum Thema „Wie Sie durch Reduktion von Treibhausgasen Geld verdienen“ (handelbare Emissionsrechte) enthalten folgerichtig eine Aufzählung von „Auswirkungen des Klimawandels, insbesondere die Lawinenkatastrophe in den Ötztaler Alpen, das Pflingsthochwasser sowie die Orkanböen am Weihnachtsfest“ (alles in 1999).

Prof. H. Graßl (140), vormals Leiter des Klimaforschungsprogramms der UNO, sagte 1994 in einem Interview: „Von wissenschaftlicher Seite ist der Indizienprozess in Sachen Treibhauseffekt gelaufen, ist der Schuldspruch gefällt. Es geht jetzt nicht mehr um weitere Beweise, sondern einzig darum, das Strafmaß um einiges zu mildern. Die globalen Mitteltemperaturen steigen innerhalb der nächsten Jahrzehnte um ein bis zwei Grad. Jede globale Änderung einer Klimagröße, also auch der mittleren Temperatur, erzwingt an fast jedem Ort der Erde neue Wetterextreme. Dann kommt es da zu Überschwemmungen, dort zu Dürren und anderenorts zu Stürmen, wie man sie vorher nicht gekannt hat“. Dies ist ein Horrorskop. 16 Jahre später äußerte sich der Kollege Graßls, Prof. G. Brasseur (139) zu solchen Horrorskopen: „Es gibt nicht mehr Stürme als früher.

Die Klimamodelle belegen nicht, das Hurricane, Orkane und daraus resultierende Schäden klimabedingt sind. Es ist fragwürdig, Extremwetterereignisse mit der globalen Klimaentwicklung in Verbindung zu bringen.“ Vgl. Kap. 8.3.

Schiermeier (141) berichtete, dass IPCC Anfang 2010 ausdrücklich Meinungen zurück wies, wonach der Klimawandel bereits zu einer Zunahme wirtschaftlicher Schäden geführt habe.

Dunkle, bedrohliche Aussagen zu zukünftigen Wetterextremen befolgen die Regeln für wirksame Öffentlichkeitsarbeit und stehen im Gegensatz zu den einschlägigen Feststellungen des IPCC aus den Jahren 1990, 1995, 2001, 2006. Im Band 2 des Berichts 1995 heißt es u.a.: „Es ist unsicher, ob sich Extremereignisse nach Intensität und Häufigkeit ändern werden. ... Einige Mitarbeiter in der Versicherungsindustrie erkennen einen gegenwärtigen Trend einer größeren Häufigkeit und Heftigkeit klimatischer Ereignisse. Die Untersuchung der meteorologischen Daten bestätigt diese Auffassung nicht“.

Die Vergangenheit zeigte seit 1900 keine Auffälligkeiten. Die Frequenz und Stärke zukünftiger Wetterextreme ist nicht vorhersehbar.

Aber: „Die gezielte Fehlinterpretation von Wetterextremen im Dienste einer vermeintlich guten Sache - Umwelt- und Klimaschutz - kommt durchaus vor und ist eine Vorgehensweise, an die auch in naturwissenschaftlichen

Kreisen gedacht wird. Es wäre nicht das erste Mal, dass eine Monopolstellung missbraucht wird“. Das schreiben v. Storch u. Stehr 1993 (158). Sie meinen, dass diese Methodik Erfolg hat, weil das Klimaproblem für weite Teile der Gesellschaft nicht nachvollziehbar ist. Siehe Kap 8.

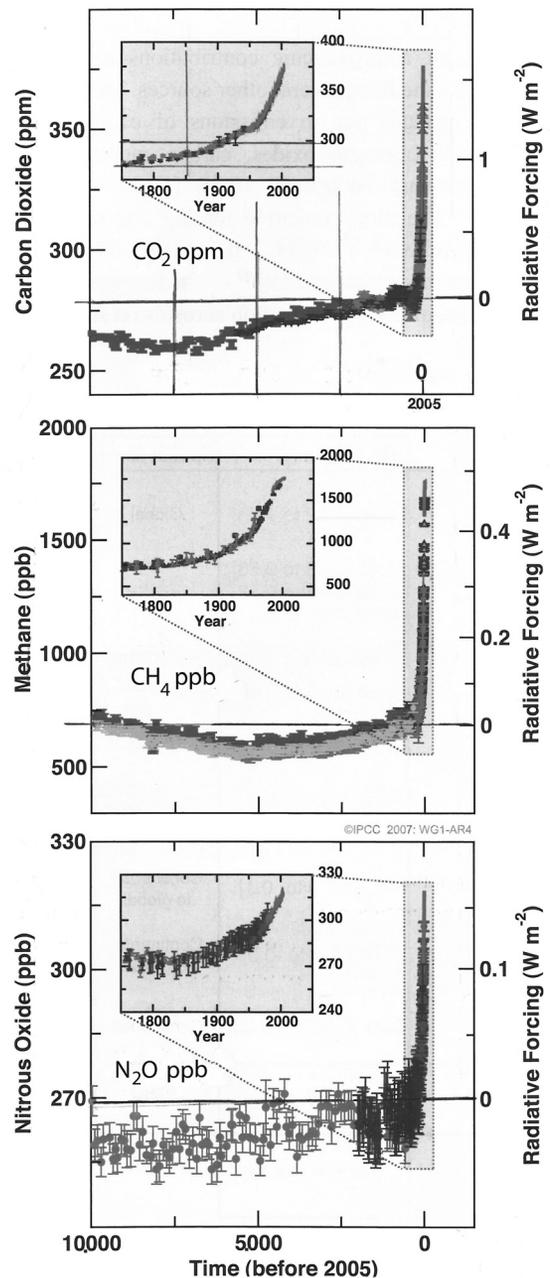
Forschung wird von der Politik nicht unwesentlich gefördert, finanziert, gesteuert; allzumal naturwissenschaftliche Grundlagenforschung, wozu die Klimaforschung gehört. Forschung soll nach dem Willen der Geldgeber und der Forschenden sozial relevant sein, die Lebensqualität verbessern und Bedrohungen unseres Lebens erkennen und vermeiden helfen. Ein Institutsdirektor, der einen neuen Großcomputer beantragt, wird im Antrag darauf hinweisen, dass er damit die heraufziehende anthropogene Warmzeit und ihre katastrophalen Folgen dingfest machen kann, noch besser und genauer als mit der alten Maschine. Der Politiker baut den Antrag ins Budget ein und erwartet vom Klimaforscher die ihn in seinem Machtstreben stützenden Ergebnisse. Es wäre fast übermenschlich, wenn bei solchen Abläufen nur gesicherte Erkenntnis das Resultat wäre. Oder wenn die Politiker das als erfolgreiche, finanzierungswürdige Forschung anerkennen würden, was ihren Intentionen - das Klima und uns alle zu schützen, zu retten - nicht entspräche. - Haben die Umweltpolitiker die Klimamodellierer zu ihren Gefangenen gemacht? Heutzutage lohnt es sich für Forscher allemal, in ihren Budgetanträgen einen

politisch korrekten Bezug zum Klimawandel einzubauen.

Schulze (171) sagt: “Wenn sich Experten in dem Glauben bestärken, ihre Theorie sei ein unumstössliches Abbild der objektiven Wirklichkeit; wenn sie ihren Konsens für einen schlagenden Beweis halten, statt für einen Anlass zum Zweifeln; wenn Skeptiker als Leugner angeprangert werden, dann ist es an der Zeit, sich an Karl Poppers Satz zu erinnern: Alles Wissen ist Vermutungswissen.”

Zur Wechselwirkung zwischen Wissenschaft und Gesellschaft, zum Konflikt zwischen Wissen und Macht, zwischen Wahrheit und Interesse haben Collins u. Pinch (73) Fallbeispiele zusammengetragen und analysiert. Ihr Fazit: Der Anspruch auf endgültige Wahrheit und letzte Gewissheit sei verdecktes Machtstreben, wie es früher die Berufung auf die Religion war.

Zum Klimawandel sagt der Kanzlerinberater H.J. Schellnhuber, Direktor des PIK: Die Beweisaufnahme ist abgeschlossen, die Täter sind überführt.



Veränderung der atmosphärischen Konzentrationen der drei Spurengase  $CO_2$ ,  $CH_4$  und  $N_2O$  seit 10.000 Jahren. Linke Ordinate: Erst seit 150 Jahren direkt gemessene Werte, vorher nur indirekt ermittelte Daten (Proxies). Rechte Ordinate: Modellierte Radiative Forcings (=Klimaantriebe) in  $W/m^2$  für die drei Spurengase. - Aus IPCC 2007 Bd. 1 S. 3, Fig. SPM 1.

## 5. Ändert sich das Klima? War es früher konstant?

Wir leben ein unsicheres Leben in einer unsicheren Welt. Wir fordern die nie machbare völlige Sicherheit und konstante Lebensbedingungen wie in der guten alten Zeit. Wegen unserer Sehnsucht nach sicheren, konstanten Lebensbedingungen fand die Rekonstruktion von Mann für die nordhemisphärischen Temperaturen von AD 1000 bis 1850 (Bild 12) verständnisvolle Zustimmung bei Umweltschützern und beim IPCC: Vor der Industrialisierung war die Welt noch in Ordnung, das Klima konstant. Doch dieser "Hockeystick" ist sehr bezweifelbar, vgl. Kap. 9.2. Klima hat sich schon immer geändert, es war nie konstant. Es gibt kein Klimagleichgewicht. Was ist die Normalität des Klimas?

Seit etwa 300 Jahren wurde uns Menschen mehr und mehr bewusst, dass Klima sich in Zeiträumen von Jahrzehnten, Jahrhunderten und Jahrtausenden verändert hat. In den letzten zwei Millionen Jahren hatten wir auf unserem Planeten mehrere Wechsel zwischen Eis- und Warmzeiten. Die eisigen Zeiten\* dauerten lange; die Warmzeiten waren von kurzer Dauer, vgl. Bild 3 und 4 (S. 14, 15). Die vermutete und wahrscheinliche Ursache für diese langfristigen Klimaänderungen sind die mit verschiedenen Zykluszeiten schwankenden Charakteristika der Erdbahn um die Sonne (Elliptizität, Neigung der Erdachse zur Ekli-

ptik, Präzession der Erdachse), die zu der deutlich schwankenden Einstrahlung von Sonnenenergie im Sommer auf die mittleren Breiten der Nordhemisphäre führen (Bild 3, unten, Theorie von Milankovic). Das ist eine Erklärung für den Wechsel der Eis- und Warmzeiten mit Hilfe des Eis-Albedo-Effekts.

Hier stellt sich nun die Frage: wo befinden wir uns heute in diesen wechselnden klimatischen Zeitläufen? Die Warmzeiten waren kurz. Das leitet man aus den Daten (Proxies) der antarktischen und grönländischen Eisbohrkernen her, wobei man einige Annahmen und Voraussetzungen treffen muss; das Gletschereis ist kein Archiv, in dem Luftproben in Bläschen unveränderbar und gut datierbar eingelagert sind. Vor ca. 130.000 Jahren gab es eine kurze Warmzeit (Eemwarmzeit). Danach kam ein langsamer Abfall der Temperatur (nicht völlig gleichmäßig), bis vor 18.000 Jahren das Maximum der Eisbedeckung erreicht wurde. Nun setzte ein vergleichsweise schneller Anstieg der Temperatur ein, ähnlich wie kurz vor der Eem-Warmzeit, vgl. Bild 3 und 4. (Das Mammutmuseum in Siegsdorf zeigt ein großes, eindrucksvolles Modell der vor 15.000 Jahren abschmelzenden Eiszeitlandschaft des Chiemgaus mit Salzach-, Chiemsee- und Inn-gletscher).

Die letzte Eiszeit (Würmeiszeit) ging vor etwa 11.000 Jahren zu Ende. Wir

*\* Der Begriff „Eiszeit“ sollte eigentlich für die letzten 2 Millionen Jahre im Vergleich zu wärmeren früheren Erdzeitaltern reserviert werden, in denen es kein oder wesentlich weniger Eis als heute gab. Doch verwendet man ihn auch für die kälteren Phasen innerhalb der letzten 2 Millionen Jahre.*

## Kasten 5

W. F. Ruddiman, „Die anthropogene Treibhauszeit begann vor tausenden von Jahren.“

Climatic Change 61, 261-293 (2003). Übersetzung des Abstract:

„Im allgemeinen glaubt man heute, dass die anthropogene Ära vor 150/200 Jahren begonnen habe, als mit der industriellen Revolution die Produktion von CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub> genügend groß wurde um die Konzentration beider Stoffe in der Atmosphäre zu ändern.

Hier ist eine andere Hypothese: anthropogene Emissionen dieser Gase änderten deren atmosphärische Konzentrationen schon vor tausenden von Jahren. Diese Hypothese basiert auf drei Argumenten:

1. Zyklische Variationen der CO<sub>2</sub>- und CH<sub>4</sub>-Konzentration, angetrieben von den (Bild 3, 4) Änderungen der Erdbahnparameter, während der letzten 300.000 Jahre, lassen eigentlich für das Holozän fallende Werte erwarten. Tatsächlich begannen unerwarteter und anormalerweise die CO<sub>2</sub>-Konzentration seit 8000 Jahren und die CH<sub>4</sub>-Konzentration seit 5000 Jahren zu steigen.
2. Veröffentlichte Erklärungen für diese Anstiege auf der Basis von natürlichen Vorgängen können mit paläoklimatischen Beweisen widerlegt werden.
3. Ein großer Fächer von archäologischen, kulturellen, historischen und geologischen Gründen stützt die Erklärung, dass anthropogene Änderungen infolge der frühen Agrikultur in Eurasien wirksam wurden wie das Roden der Wälder seit 8000 Jahren und der Nassreisanaubau seit 5000 Jahren. In den seitdem vergangenen Jahrtausenden haben diese frühen Gasemissionen eine Erwärmung von global 0,8 °C bewirkt und in den hohen Breiten eine Temperaturerhöhung von 2 °C. Letztere ist ausreichend, um in Klimamodellen die neuerliche Vereisung von Kanadas Norden zu verhindern.

CO<sub>2</sub>-Schwankungen von etwa 10 ppm in den letzten 1000 Jahren sind zu groß als dass sie mit externen, solaren oder vulkanischen Ursachen erklärt werden können. Sie lassen sich erklären mit Pestepidemien, die historisch belegbare Einstellungen der Landwirtschaft im westlichen Eurasien zu Folge hatten. Die Wiederbewaldung der aufgegebenen Flächen führte zur Sequestrierung von CO<sub>2</sub> in einem Ausmaß, das die Schwankungen erklären kann. Von der Pest verursachte CO<sub>2</sub>-Schwankungen sind auch ein signifikanter verursachender Faktor für die Temperaturänderungen während der kleinen Eiszeit (1300-1850 AD).“

Mein Kommentar: wenn das zutrifft, dann war die gute alte Zeit des Klimas schon vor 6000 Jahren zu Ende, weil die Menschheit das Jagen und Sammeln aufgab und in die Kreisläufe der Biosphäre eingriff, sie störte und veränderte. Schon die Reiche der Babylonier, Pharaonen, Römer, Mayas, der chinesischen Han Kaiser u. a. m. haben offensichtlich nachweisbare Auswirkungen auf die Biosphäre gehabt, in und von der sie lebten. – Ruddiman beschäftigt sich nur mit CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub>; andere Beiträge zu Temperaturänderung könnten von Aerosolen, Landnutzung, Albedo u. a. m. gekommen sein, vgl. Bild 2. - 2010 äußerte Ruddiman (167) Zweifel an den paläologischen CO<sub>2</sub>-Bestimmungen, an den CO<sub>2</sub>-Proxies.

Ruddiman publizierte im Jahr 2005 ein Buch: „Pflug, Pest und Petroleum: Wie die Menschheit die Kontrolle über das Klima übernahm“ (Princeton Univ. Press), das von Charlson in nachdenklicher Weise rezensiert wurde [Nature 438, 165 (2005)]. Charlsons Schlusssatz: „Die Konzentrationen von CH<sub>4</sub> und CO<sub>2</sub> haben bereits lange vor Beginn der industriellen Revolution zugenommen.“

Es scheint als ob Ruddimans Auffassung zumindest partiell korrekt ist.

leben – soweit erkennbar – in einer Warmzeit (Bild 2, S. 5), die etwas kühler ist als die vorhergehenden Warmzeiten (Bild 4) und nach der astronomischen Theorie (Milancovic) bei abnehmenden Temperaturen noch ungefähr 5.000 Jahre andauern könnte [Frenzel (45)]. Bemerkenswert ist auch noch, dass innerhalb der Warm- und vor allem der Eiszeiten erhebliche Klimaschwankungen in Zeiträumen von Jahrtausenden, Jahrhunderten und Jahrzehnten auftraten (Bild 3, 4). Das Holozän, die jetzige Warmzeit mit ihren relativ geringen Schwankungen in den letzten 10.000 Jahren, war für die Entwicklung der Menschheit förderlich (Bild 2).

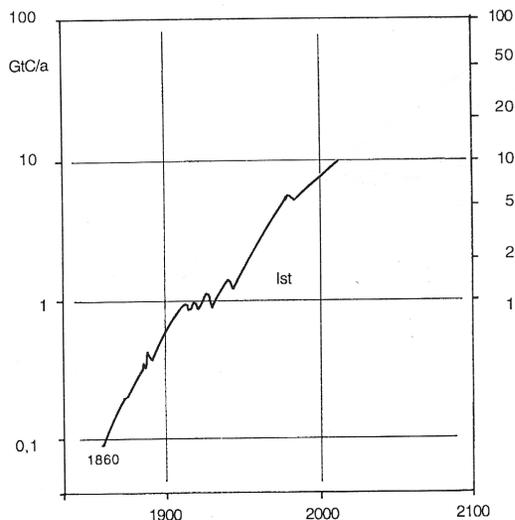
Klimahistoriker unterscheiden im Holozän in Europa wärmere und kältere Phasen: zwei holozäne Klimaoptima, zwei Rotmoos Kaltzeiten, das holozäne Hauptminimum, das Optimum der Römerzeit, das Pessimum der Völkerwanderung um 400/500 AD, das mittelalterliche Optimum von 900 bis 1200 AD und schließlich die sogenannte kleine Eiszeit von 1600 bis 1850 AD, vgl. Bild 2. Die holozänen Temperaturschwankungen waren – soweit erkennbar – wesentlich kleiner als die mitunter schnell erfolgenden heftigen Schwankungen während der letzten und vorletzten Eiszeit. In den kälteren Phasen unserer Warmzeit gab es auch öfter Jahre mit großer Hitze und Dürren in trockenwarmen Sommern; in den wärmeren Phasen des Holozän ereigneten sich Jahre mit nasskühlen Sommern und Überschwemmungen. Solche Witterungs-

unbill traf die damaligen Menschen wesentlich härter als uns heutige Erdbewohner.

Eine Antwort auf die gestellte Frage könnte nach der hier beschriebenen Klimahistorie wie folgt lauten: die lange Warmzeit des Holozän, in der sich die Menschheit seit 10.000 Jahren so prächtig entwickelte, dieses warme Klima wird in „geologischer Bälde“, also über geologische Zeiträume betrachtet, in die nächste Eiszeit hinein gleiten. Wann passiert das? In fünfhundert Jahren? Treten neue Klimafaktoren auf? Erst in tausend oder fünftausend Jahren?

In der Zwischenzeit werden die natürlichen Klimaschwankungen auftreten, die Optima und Pessima, wie sie schon seit 10.000 Jahren beobachtet bzw. rekonstruiert wurden mit Hilfe der Klima-Proxies. (Eis- und Sedimentbohrungen, Korallen, Warven in Seesedimenten, Baumringe und historische Berichte). Solche Proxies sind beladen mit Interpretationsproblemen; keiner war vor Alexander von Humboldt mit einem Thermometer dabei und hat - vergleichbar zu heute - in 2m Höhe wind- und strahlungsgeschützt die Paläotemperatur gemessen.

In den vergangenen 10.000 Jahren hat sich die Menschheit von wenigen Millionen Jägern und Sammlern zur heutigen 6,9 Milliarden-Menschheit mit sesshaften, mobilen, Ackerbau, Viehzucht und Fischfarmen betreibenden sowie ressourcenverbrauchenden Menschen gewandelt. Es ist nicht auszuschließen, dass diese die Welt verän-



**Bild 5.** CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Verbrennung fossiler Energieträger 1880... 2010, weltweit, gerechnet als Kohlenstoff-Äquivalent in GtC/a (nach Trömel und Loose). 2010: 10 Gt C/a oder 36,7 Gt CO<sub>2</sub>/a

dernden, modernen Menschen auch Auswirkungen auf das Klima haben können, dass also anthropogene Klimateffekte eintreten können. Mit modern ist hier nicht nur die Zeit seit 300 Jahren, sondern auch die gesamte Zeit seit 10.000 Jahren gemeint. Schon der Übergang vom Jagen und Sammeln zu Waldrodung, Savannennutzung, Ackerbau, Viehzucht und zum Wohnen im Haus mit Feuerstätte waren beachtenswerte Eingriffe in die bisherigen Systeme und Abläufe der Natur, siehe Kasten 5, S. 20.

Wenn die dort geschilderte Hypothese zutrifft, dann haben die Menschen seit Tausenden von Jahren mit ihren Aktivitäten das Klima vor dem schnellen Abgleiten in die nächste Eiszeit be-

wahrt. Ein wohl unbeabsichtigter, aber positiver Effekt des seitherigen Daseins der Menschheit. Die Klimawirkung der Menschheit begann demnach nicht erst mit der Industrialisierung, wie es sonst betont (siehe IPCC) dargestellt wird. Auch sollten dann heute nicht nur die Industrieländer, sondern alle Länder sich an Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen ihrer Existenz auf das Klima beteiligen.

	2002	2030
Transport (includes marine bunkers)	5999	10631
Industry, of which:	9013	13400
Electricity	4088	6667
Heat:		
- coal	2086	2413
- oil	1436	2098
- gas	1403	2222
Buildings, of which:	8967	14994
Electricity	5012	9607
Heat:		
- coal	495	356
- oil	1841	2693
- gas	1618	2338
<b>Total</b>	<b>23979<sup>a</sup></b>	<b>39025</b>

Geschätzte CO<sub>2</sub>-Emissionen in Mt CO<sub>2</sub> pro Jahr, 2002 und 2030, aus fossilen Energien. - Aus IPCC 2007 Bd. 3 Tab. 4.6, S. 290

## Kasten 7

Bedeutung des Berichts IPCC 2001 für die Politik in der Beurteilung durch einen sachkundigen Kritiker. Diese Kritik gilt auch für den IPCC-Bericht 2007.

---

**Prof. Lindzen** kommentierte den Bericht des IPCC in einem Artikel in „The Hill Times Ottawa“. Er ist Alfred P. Sloan Professor of Atmospheric Science am MIT, Cambridge, Massachusetts. Hier eine Zusammenfassung seines Kommentars vom 1. März 2004:

„Der über 800 Seiten lange Bericht, geschrieben von Wissenschaftlern über ihre Kenntnisse in ihren spezifischen Arbeitsgebieten, ist eine bewundernswerte Zusammenstellung der Forschungsergebnisse der Klimatologie. Er zielte nicht auf die Politik. Der dem Bericht vorgeschaltete Summary for Policymakers (SPM) zielt dagegen auf die Politik und ist ein völlig unterschiedliches Dokument. Der SPM ist der Konsensus von Regierungsvertretern und nicht so sehr von Wissenschaftlern. Der SPM spielt Unsicherheiten herunter und beschwört angsteinflößende Szenarien.

Im Bericht der Wissenschaftler wird darauf hingewiesen, dass die Klimabeobachtung der letzten 20 Jahre nicht ausreicht für die Abschätzung eines Langfristtrends, was der SPM unterließ zu erwähnen. Tatsächlich sind die Wissenschaftler sich nur über folgende Punkte einig:

1. Die Globaltemperatur ist ca. 0,6 °C höher als vor einem Jahrhundert.
2. Die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre stieg um 30 % über die zwei letzten Jahrhunderte an.
3. CO<sub>2</sub> ist eines von vielen Treibhausgasen (Wasser ist das Wichtigste), deren Konzentrationserhöhung wahrscheinlich die Erde erwärmen wird.

Die Wissenschaftler betonen, nicht in der Lage zu sein, den vergangenen Klimawandel den CO<sub>2</sub>-Änderungen zuzuordnen oder Vorhersagen über zukünftigen Klimawandel zu machen.

Die Übereinstimmung in den obigen 3 Punkten besagt fast nichts in Bezug auf die politische Diskussion. Die natürliche Klimavariabilität ist unbekannt; daher ist der anthropogene Einfluss nur sehr schwer aus den kleinen Änderungen der Globaltemperaturen seit 1900 zu isolieren.

Die bisherigen Versuche basieren auf Kurvenvergleichen (reale mit modellierten Temperaturen der letzten 100 Jahre) mit der hoffnungslos naiven Annahme, dass die existierenden Computermodelle des Klimas die natürliche Variabilität im Detail simulieren.

Eine Verdoppelung der CO<sub>2</sub>-Konzentration bringt für sich allein eine bescheidene Temperaturerhöhung von ca. 1 °C. Die Vorhersagen größerer Erhöhungen bei Verdoppelung (Klimasensitivität) hängen entscheidend von den modellierten Wirkungen von Wasserdampf und Wolken ab, die aber auch die großen Unsicherheiten in den Modellen sind.

Es gibt keinen Konsens in der scientific community über Langfristtrends des Klimas und die Trendursachen. Die Kyoto-Befürworter benutzen die IPCC-Berichte als Quelle für ihre Autorität und wollen damit ihre politischen Opponenten und die nicht ausreichend informierte Öffentlichkeit beeindrucken. Die Unsicherheiten in unseren Klimakenntnissen sind immer noch riesig – weit größer als es die Kyoto-Befürworter wahr haben wollen.“

---

Vgl. Kasten 13 und 14. Ergänzung: Das IPCC geriet 2009/10 in die Kritik. Ein von den UN berufenes Interacademy Council empfiehlt Änderungen der nicht mehr zeitgemäßen Führungsstruktur, die stärkere Berücksichtigung von abweichenden Meinungen, sowie Verbesserungen im Umgang mit und der Darstellung von unsicherem Wissen (Tollefson (158): Climate Panel must adapt to survive; Titz (149); Economist 4.9.2010; A call to reform the IPCC; Kintisch (202): Panel faults IPCC-leadership).

## 6. Klimasorge, Klimaschutz, Klimamacher

Das tägliche, physikalisch- messtechnisch fassbare Wetter und das statistische Konstrukt Globalklima sind in steter irreversibler Veränderung. Wetter und Klima sind Nichtgleichgewichts-Zustände. Die Debatte über Klimawandel und Klimaschutz erfolgt weitgehend ohne die Basis gesicherter wissenschaftlicher Erkenntnis, vielmehr eher auf ideologisch-politischer Basis. Was ist die klimatische Normalität? Wir haben zu wenig gesichertes Wissen über die Vergangenheit und den Ist-Zustand von Klima. Und noch weniger wissen wir von seiner zukünftigen Entwicklung. Trotzdem sind wir besorgt, dass es wegen unseres Lebens, unseres Wirtschaftens global einige Celsiusgrade wärmer werden könnte, und dass dies in einer Klimakatastrophe enden könnte.

Für Politiker bietet die Unheilsvermutung eine wunderbare Gelegenheit, dem Bürger anzubieten, ihn davor zu retten und die drohende anthropogene Klimakatastrophe abzuwenden. So kam der Klimaschutz in die Welt, der darauf beruht, zu meinen, wenn die Menschheit durch ihre Emissionen das Klima erwärmen kann, dann muss die Menschheit auch das Klima wieder abkühlen können. Eine typische Machermentalität: Wir machen, schützen und steuern das Konstrukt Globalklima.

Wie machen wir Klima? Mit dem seit etwa hundert Jahren diskutierten anthropogenen Treibhauseffekt des CO<sub>2</sub> aus der Verbrennung fossiler Energieträger. Diese ist der wesentliche Liefere-

rant von Energie für die industriellen Aktivitäten der Menschheit, was wiederum den Wohlstand der Industrieländer begründet. Und dieses anthropogene CO<sub>2</sub> des Industriezeitalters wird als Klimakiller und Klimagift verteuelt, obwohl das Biomolekül Kohlendioxid, neben Wasser und der Strahlung der Sonne, die dritte Hauptkomponente der Photosynthese ist, die uns alle erhält. Seit 1860 sind die globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Verbrennung fossiler Energieträger von 0,1 über 6 Gigatonnen in 1990 auf 10 Gigatonnen C pro Jahr in 2010 gestiegen (vgl. Bild 5). Im gleichen Zeitraum stieg die globale gemittelte Temperatur an der Erdoberfläche um rund 0,9 °C an; ein wesentlicher Teil des Anstiegs entfällt auf die Jahre von 1895 bis 1940 (vgl. Bild 1).

Wer die Menschheit und das Klima retten will, der formuliert: „Die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Menschheit haben seit Beginn der Industrialisierung die Welttemperatur erhöht und das Globalklima verändert“. So schafft man die Basis für die Klimaschutzpolitik und benennt auch den Schuldigen, obwohl die CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 1940 noch relativ gering waren und damit andere Ursachen nicht unwahrscheinlich sind, z.B. die Sonne im Zusammenwirken mit Wolken ( Marsh und Svensmark (74); Charlson et al. (75); Udelhofen und Cess (76); Calder (77); Solanki et al. (78); Malberg (119)), oder Aerosole, insbes. Russ (Andreae (79,80); Charlson und Heintzenberg (81)).

Was hat IPCC 1995 dazu gesagt? Der damalige Konsens der Wissenschaftler lautet: „Unsere Studien legen nahe, dass menschliche Aktivitäten einen feststellbaren Einfluss auf das globale Klima gehabt hatten, aber sie können keine eindeutige Verbindung zwischen anthropogenen Einwirkungen und Klimaänderungen herstellen“. Über zwei weitere Stufen der zusammenfassenden Verkürzung gelangte dieser Konsensus in das Vorwort des Vorsitzenden: Beobachtungen legen einen erkennbaren menschlichen Einfluss auf das globale Klima nahe“. Einer der beiden stellvertretenden Vorsitzenden war der britische Wissenschaftler Sir John Houghton, der am 10.9.1995 im Sunday Telegraph (siehe Thompson (82)) die Meinung äußerte: „... dass die uns nun bald heimsuchenden Katastrophen als göttliche Strafen anzusehen seien“. Houghton, Priester? Strafen, wofür? Vermutlich für die Industrialisierung, denn das IPCC benutzt als klimatologischen Zeitmaßstab oft und gern 'since industrialization'. Und Abweichungen von frei wählbaren Mittelwerten bezeichnet das IPCC als 'anomalies'. Die weitere zielgerichtete Verdichtung der Aussage des IPCC 1995 nahmen dann die Politiker, die Medien, die Umweltorganisationen, Gewerkschaften, Versicherungen und Kirchen vor bis hin zu der im Trend liegenden Fassung: „Wissenschaftliche Forschungsergebnisse haben 1996 zu der Gewissheit geführt: Die Erdatmosphäre wird

durch menschliche Einwirkungen wärmer und wärmer.“ (vgl. Petition (83)) Das mag politisch korrekt sein, wissenschaftlich ist es falsch.

Ein Statusbericht des IPCC (vgl. Barnett, Hasselmann (84)) aus dem Jahr 1999 kann die vermuteten anthropogenen Anteile an der beobachteten Zunahme der globalen Temperatur während der letzten 50 Jahre noch immer nicht beziffern: „Recent changes in global climate inferred from surface air temperatures are likely not due solely to natural causes. At present it is not possible to make a very confident statement about the relative contributions of specific natural and anthropogenic forcings to observed climate change.“ So ähnlich hat dies das IPCC auch schon 1990 gesehen.

In der Zusammenfassung für Entscheidungsträger des Berichts 2007, Bd1, S.10 heisst es: Der beobachtete Anstieg der Globaltemperatur seit der Mitte des 20. Jahrhunderts ist sehr wahrscheinlich (very likely) der beobachteten Zunahme der Treibhausgas-Konzentrationen zuzuschreiben. Dies ist ein Fortschritt seit der Schlussfolgerung von IPCC 2001, Bd. 1, S. 61, wonach das Meiste der über 50 Jahre beobachteten Erwärmung wahrscheinlich (likely) der Zunahme der Treibhausgas-Konzentrationen zuzuschreiben ist.

*IPCC 2007 Bd. 1, S. 3:*

*Very Likely = more than 90% probability of occurrence ; Likely = more than 60%*

## 7. Klimamodellierung, Prognosen, Computer. Warum? Wie? Wer?

*Dies Kapitel orientiert sich bis S. 30 im Wesentlichen an der ausführlichen Darstellung im Buch von Peter Müller und Hans von Storch „Computer Modelling in Atmospheric and Oceanic Science“, Springer Verlag (2004), ISBN 3-540-40478-3.*

Wir können mit unserem Planeten keine Experimente anstellen. Wenn man nicht messen kann, dann ist das einzige quantitative Werkzeug für die Abschätzung des Einflusses menschlicher Aktivitäten auf die Umwelt die numerische Modellierung.

Quasi-realistische numerische Modelle basieren auf Naturgesetzen, ergänzt um phänomenologische Erkenntnisse. Sie erfordern geschickte Wahl der repräsentativen Variablen, der Approximation und der Diskretisierung der naturgesetzlichen Grundgleichungen, der Parametrisierung der nicht darstellbaren Prozesse, u. a. m.. Sie sind keine Vorläufer von großen allumfassenden Umwelt- und Klimatheorien, sondern Laboratorien für Experimente.

Je komplizierter das Modell ist, desto schwieriger ist es dem Laien zu erklären, und desto eher wird der (Leicht-)Gläubige geneigt sein, die Ergebnisse überzuinterpretieren, während der Skeptiker mit den Schultern zuckt und „trash in, trash out“ murmelt. Umgekehrt gründen einfache konzeptionelle Modelle auf Idealisierungen und Hypothesen, die von Laien in ihren Auswirkungen kaum zu beurteilen sind

(Beispiel: Die Berechnung des fiktiven Treibhauseffekts, Kasten 3, S. 9.

Quasi-realistische Klimamodelle werden zusammen gebaut aus Teilmodellen der Atmosphäre, der Hydrosphäre (Ozeane, Binnenmeere), der Kryosphäre und anderen Klimakomponenten. Diese Teilmodelle werden beschrieben mit Bilanzgleichungen für Masse, Impuls und Energie, charakteristisch für das jeweilige Medium, in der Form eines umfangreichen Satzes partieller Differenzialgleichungen (siehe hintere äussere Umschlagseite). Sie sind analytisch nicht lösbar und werden in Differenzgleichungen umgewandelt, d. h. diskretisiert. Nach Diskretisierung in Raum und Zeit werden diese Gleichungen in einen Computer-Code umgewandelt; dieser Code ist dann das Computermodell. Differenzgleichungen und Parametrisierungen sind abhängig von der Auflösung. „Die Diskretisierung ist das Modell“.

Bei der Diskretisierung können kleinskalige (subgridscale) Prozesse nicht mehr aufgelöst werden gemäß ihren naturgesetzlichen Gleichungen. Solche Prozesse sind Konvektion, Wolkenbildung, Niederschlag, Absorption und Emission von Strahlung, Oberflächenreibung, Eisbildung und viele andere. (In der Energiebilanz der Atmosphäre stellen sie oft die dominierenden Quellen und Senken dar.)

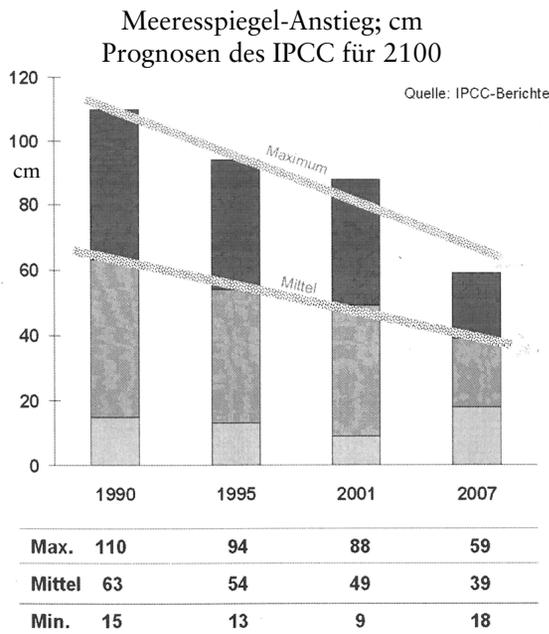
Ihre Funktionen im großskaligen Modell müssen parametrisiert werden in möglichst physikalischer Weise. Alle

### Kasten 6.1 Selbsterkenntnis eines Modellierers

Während eines Vortrages, den ich mir vor Jahren anhörte, wurde eine Folie gezeigt, die beweist, dass es Wissenschaftler mit Selbsironie und dem damit verbundenen Abstand zu ihrem Forschungsgegenstand gab. Prof J. S. Chang, State Univ. of New York, Albany (1978) definierte sich und seine Tätigkeit im Bereich einer Modellierung der Luftqualität wie folgt:

“An Air Quality Model is a set of mathematical equations with uncertain validity, including boundary and initial conditions based on limited data and chemical reaction rate coefficients provided by over-confident chemists. A modeller is a person who solves the above set of equations by means of heuristic numerical techniques with unknown accuracy and then validates the solution with judiciously chosen atmospheric measurements to reach foregone conclusions with acceptable 95% confidence level.”

### Kasten 6.2 Meeresspiegelanstieg-Prognose



**Bild 6.** Prognosen des IPCC aus 17 Jahren für den globalen Meeresspiegelanstieg bis 2100. Sie zeigen die Anpassung solcher Vorhersagen an den Trend der letzten 400 Jahre, an die Realität. Ein Beitrag zum Thema "Prognosen und ihr Schicksal" mit zwei Lernkurven.

Einen weltweit einheitlichen Meeresspiegel gibt es nicht. In der Erdgeschichte hat es durch vielerlei geophysikalische und meteorologische Prozesse stets und auch heute Veränderungen des Meeresspiegel gegeben. Die Globale Massenbilanz des Eises von Nordpol, Grönland und Antarktis ist derzeit und für eine überschaubare Zukunft positiv. Seit der letzten Eiszeit ist der Meeresspiegel stetig abnehmend gestiegen, z.B. an der Nordseeküste immer noch 35cm pro Jahrhundert innerhalb der letzten 400 Jahre. Die verfügbaren Pegel zeigen global im 20. Jahrhundert einen Anstieg von 16 bis 18cm, deutlich weniger als in den Jahrhunderten davor. Das IPCC hat seine mittleren Prognosen für 2100 von 63cm (1990) auf 39cm (2007) zurück genommen : Lernkurve. Die Panikmache bezüglich bevorstehender Küstenüberflutungen hat keine naturwissenschaftliche Grundlage.

Klaus-Eckart Puls (200),  
27624 Bad Bederkesa

Klimamodelle enthalten solche Parametrisierungen, oft in sehr verborgener Form. Das Nicht-Einbeziehen eines Prozesses ist auch eine Art der – allgemein betrachtet – unbefriedigenden und unverzichtbaren Parametrisierungen.

Unterschiede bei Diskretisierung und Parametrisierung erklären die Unterschiedlichkeit der üblichen numerischen Modellierungen verschiedener Forschergruppen. Die räumliche Diskretisierung wird in der Öffentlichkeit oft erläutert: In der Fläche legt man ein Gitternetz über die Kugelgestalt unseres Planeten, die Gitterlinien verlaufen parallel zu den Längen- und Breitengraden, Abstände einige 100 km (globale Modelle) bis einige 10 km (regionale), siehe Bild hintere innere Umschlagseite. Vertikal wird die Atmosphäre in 10 bis 30 Schichten unterteilt.

Die Diskretisierung der Strahlung sieht z. B. wie folgt aus (ECHAM 5): kurzwellige Sonnenstrahlung von 0,2 bis 4,0  $\mu\text{m}$  nur vier Spektralintervalle mit Breiten von 0,5 bis 1,6  $\mu\text{m}$ ; die langwellige Wärmestrahlung von 3 bis 1000  $\mu\text{m}$  (oder 3000 bis 10  $\text{cm}^{-1}$ ) in 16 Spektralintervallen, z. B. ein Intervall von 630 bis 700  $\text{cm}^{-1}$  um die wesentliche  $\text{CO}_2$ -Bande. Die langwellige Emissivität wird für alle Oberflächen und Spektralintervalle als konstant mit 0,996 angenommen. (vgl. dazu Volz (30) und Kap. 9.4, S. 58).

Diese quasi-realistischen Klimamodelle sind das einzige Werkzeug für die

Erforschung der Dynamik des Klimas und der Entwicklung detaillierter Szenarien. Die Nutzer der aus Klimamodellen gewonnenen Information müssen sich der Grenzen dieser Modelle bewusst sein; die zwei wichtigsten sind: **Globale Klimamodelle simulieren gut aufgelöste Phänomene befriedigend; sie versagen für schlecht oder nicht aufgelöste Prozesse und Abläufe.** „Gut aufgelöst“ bedeutet Skalen von einigen hundert oder mehr Kilometer. „Schlecht aufgelöst“ sind dann Regionen wie die Nordsee oder die Inselgruppe Hawaii. **Klimamodelle sagen nicht voraus.** Sie simulieren plausible Realisierungen eines Zufallsprozesses. Unterschiedliche Anfangsbedingungen führen zu differenten Abläufen, aber identischer Statistik.

Unglücklicherweise unterliegen Szenarien oft einer Metamorphose von „Plausibel“ oder „Möglich“ zu „Sicher“ bis „Wahr“ auf ihrem Weg von der Ökonomie zur Klimatologie zur Klimafolgenforschung zur Öffentlichkeit. Man bedenke, dass es auch in den Wissenschaften menschelt. Die Arbeit an quasi-realistischen Klimamodellen unterliegt wie alle menschlichen Aktivitäten politischen und ökonomischen Zwängen sowie sozialen und psychologischen Gegebenheiten.

Computermodelle und ihre virtuelle Realität werden vom Modellbauer und -nutzer geschaffen. Ob ein Modell empfindlich ist auf Änderungen des Antriebs oder der Konfiguration ist im Wesentlichen eine Sache des Systems,

## Kasten 8

### Das Neueste zur Nordatlantik-Zirkulation: Sie verlangsamte sich seit 1957, obwohl die Modellszenarien das noch nicht so bald erwarten ließen.

Große Beachtung fand eine Publikation von Bryden et al. (49) im Dezember 2005 über Veränderungen der Meeresströmungen im nördlichen atlantischen Ozean zwischen den Jahren 1957 und 2004. In letzterem Jahr wurde mehr vom (konstant gebliebenem) Golfstrom nach Süden zurück zirkuliert in Tiefen bis 1000 m im subtropischen Wirbel, und weniger kehrte als nordatlantisches Tiefenwasser (ca. 4000 m) nach Süden zurück. Der Vergleich 2004 mit 1957 ergab, dass die atlantische meridionale Umwälzung sich um 30 % verringert habe; Kommentare dazu sammelte Schiermeier (50).

Hier Ausschnitte aus einem Interview betr. Brydens Messungen, das Fritz Vorholz mit Prof. Stefan Rahmstorf führte, Die Zeit, 8.12.2005:

V: Ist die Wahrscheinlichkeit gestiegen, dass es zu einem Abriss des Nordatlantikstroms kommt?

R: Für solche Folgerungen ist es zu früh. Wir müssen die neuen Messergebnisse in den nächsten Monaten erst genauer analysieren und im Kollegenkreis diskutieren.

V: Irgendwie scheinen Sie doch an den Messungen Ihrer britischen Kollegen zu zweifeln, oder?

R: Nein, aber sie werfen viele Fragen auf. Sie widersprechen den Modellszenarien über die Entwicklung der Atlantik-Zirkulation unter dem Einfluss der globalen Erwärmung. Kein Modell ließ erwarten, was Bryden et al. (49) gemessen haben. Laut unseren Szenarien dürfte sich die Zirkulation bis heute kaum verändert haben. Die Klimamodelle lassen erst bei wesentlich stärkerer globaler Erwärmung eine messbare Abschwächung der Zirkulation erwarten.

V: Ist der Mensch an der Veränderung der Golfstrom-Zirkulation schuld?

R: Auch das wissen wir nicht; das behaupten auch Bryden et al. nicht. Allerdings können wir auch eine natürliche Schwankung als Ursache nicht ausschließen – über solche Schwankungen in dieser Tiefe weiß man noch zu wenig.

V: Das klingt ziemlich ratlos.

R: Auf jeden Fall haben uns die Erkenntnisse von Bryden et al. vor einige spannende Rätsel gestellt, die durch weitere Messungen und Modellsimulationen geknackt werden müssen.

kann aber auch von einem geschickten Modellierer kontrolliert werden, teils bewusst, teils unbewusst. Wohl meist ein unbewusster Vorgang, getrieben von dem Wunsch der Modellierer, Ergebnisse gemäß dem herrschenden Paradigma (z. B. CO<sub>2</sub> ist der alles beherrschende Klimafaktor) zu liefern und Finanzierung sowie Karriere zu fördern. Lüdecke (172) sagt: Unzurei-

chende Genauigkeit von Computer-Klimamodellen schädigt keineswegs die Seriösität der Klimaforschung mit Modellen (siehe S. 25), sondern nur die Seriösität derjenigen, die Modellvorhersagen für bare Münze verkaufen.

Bestimmte Ausprägungen von Modellen sind gesellschaftlich begünstigt, z. B. große Sensitivität. Zeitschriften be-

vorzugen beunruhigende, alarmierende Ergebnisse, was wiederum der Finanzierung und dem Ansehen des Forschers förderlich ist. Die Medien geben ihren Berichten über klimatologische Forschungsergebnisse, über die Experimente mit Klimamodellen einen

Spin, je nach Einstellung ihrer Wissen-Redaktionen.

Klimatologische Rechnungen gehen häufig von dem wohl definierten Zustand des reversiblen thermodynamischen Gleichgewichts aus. Dieser exi-

## Kasten 9

### Klima, Modelle, Computer, Prognosen

---

Was können wir wissen? Aussagen zum Klimawandel werden überwiegend mittels Computermodellierung und -simulation getroffen. Mit Modellen lässt sich unter bestimmten Bedingungen die Realität abbilden, aber es lassen sich auch Märchen erzählen. "Gib mir vier verstellbare Parameter und ich kann einen Elefanten simulieren. Gib mir einen mehr, und ich lass seinen Rüssel wackeln" (John Neumann).

Das IPCC hat von der UN und den Regierungen den Auftrag erhalten, den menschlichen Einfluss auf das Klima zu untersuchen, nicht aber, die Klima-Entwicklung insgesamt zu beurteilen. Dementsprechend sind die Berichte des IPCC an seine Auftraggeber nicht ergebnisoffen. Ihr Schwergewicht liegt eindeutig auf dem Wirken der sogenannten Treibhausgase. Natürliche Einflüsse, hier vor allem die der Sonne, werden nur sehr eingeschränkt betrachtet. Hinzu kommt, dass das Wissen über die sogenannten Antriebe des Klimawandels sehr unterschiedlich ist. Die Treibhausgase, Ausnahme ist der Wasserdampf, sind gut erforscht. Das Verständnis der Wolkenbildung wird dagegen im letzten IPCC-Bericht von 2007 als *niedrig* eingeschätzt. Wolkenbildung und Treibhausgase beeinflussen das Klima etwa gleichstark.

Modelle sind so gut wie die sie stützenden Daten verlässlich sind. Computermodelle liefern brauchbare Ergebnisse innerhalb eines durch Messungen oder andere belastbare Verfahren erzeugten Datenbereichs. Sobald aber die Datenlage unsicher ist oder der Datenbereich verlassen wird, letzteres tun Vorausberechnungen, werden Simulationsergebnisse mit wachsender Distanz vom Ausgang immer mehr zur Glaubenssache (vgl. Bild 7 und 8).

Grund dafür ist der Prognosefehler, der schnell Dimensionen erreicht, welche die Ergebnisse völlig wertlos werden lassen.

Beispielsweise stellt die offizielle Bevölkerungsstatistik für den nun wirklich menschengemachten demographischen Wandel keine Vorausberechnung bereit, die einen Zeithorizont von 50 Jahren überschreitet. Dies geschieht, obwohl im Gegensatz zu den Klimamodellen sehr gute Daten als Ausgang vorliegen, und die zugrunde liegenden mathematischen Ansätze vergleichsweise einfach sind.

Was also können wir wissen? Sicherlich nichts über das Klima im Jahr 2100. Die vorgestellten Modellrechnungen mögen anschaulich sein. Hinzu kommt, dass sie in sich widerspruchsfrei sind, denn Computermodellierung ist angewandte Mathematik. Sie sind aber das Ergebnis einer Simulation, und simulieren bedeutet auch etwas vorzutäuschen.

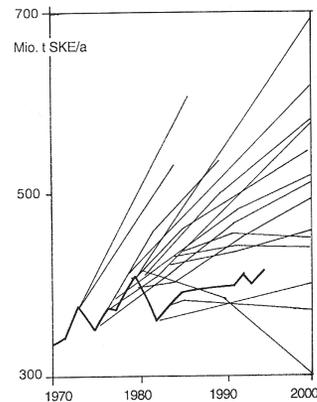
Peter Kraus, 01809 Heidenau

stiert im hochdynamischen Klimasystem nicht, weder im Großen, noch im Kleinen. Die raumzeitlichen, nicht-isothermen Veränderungen der Zustandsvariablen des Klimasystems verhindern thermodynamisches Gleichgewicht. Man kann einwenden, dass, obwohl prinzipiell falsch, der Gleichgewichtsansatz meist doch eine vernünftige Näherung darstellt. Frage: Ist sie auch gut?

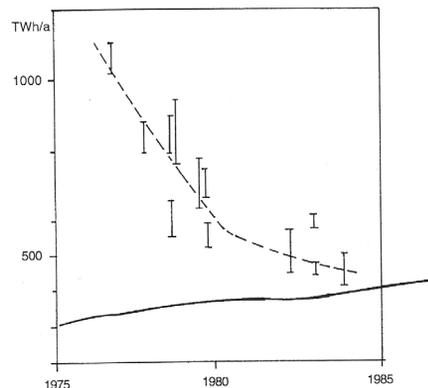
Man sollte nicht übersehen, dass die mit solchen und anderen groben Vereinfachungen präparierten Modellsysteme (allzumal bei den lange noch nicht in allen Einzelheiten bekannten Wirkfaktoren) nicht die „wahre“ Abbildung des Klimas sein können. Richtig wäre die Beschreibung des Klimasystems mit den Gesetzen der irreversiblen Thermodynamik. Die Lösung wäre eine schiere Unmöglichkeit mit den heutigen Mitteln. Der anthropogene Treibhauseffekt und seine allfälligen Auswirkungen auf das Klima in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft sind Theorien, keine gesicherten Erkenntnisse. Er ist kein experimentell physikalischer Prozess.

IPCC 2001, Bd. 1, Kap. 14.2.2, S. 773 und 774 berichtete über Fortschritte unseres Wissens über das Klima unter der Überschrift „Vorhersagbarkeit in einem chaotischen System“: In der Klimaforschung und Modellierung müssen wir beachten, dass wir es mit einem gekoppelten nicht-linearen System zu tun haben. Und deswegen ist die langfristige Vorhersage zukünftiger Klimazustände nicht möglich. Das Be-

## Bild 7 und 8: Prognosen und ihr Schicksal



**Bild 7.** Primärenergieverbrauch in Mio. t SKE/a der Bundesrepublik Deutschland (West). Nach Angaben DLR; dicke Kurve: Istwerte 1970 bis 1995, dünne Linien: Prognosen aus den Jahren 1973 bis 1984.



**Bild 8.** Bruttostromverbrauch in TWh/a der Bundesrepublik Deutschland (West). Nach Angaben der DLR; dicke Kurve: Istwerte 1970 bis 1995. Senkrechte Balken: Prognosen für das Jahr 2000 aus den Jahren 1976 bis 1984, gestrichelte Linie: Lernkurve.

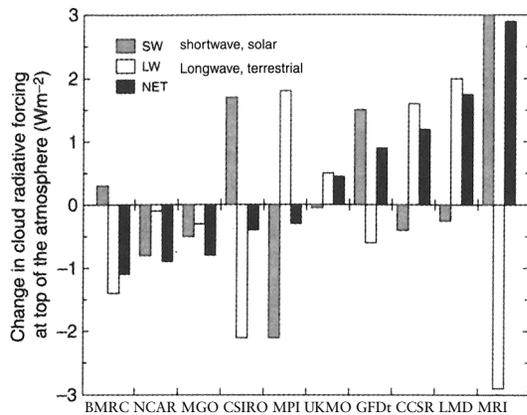
ste was wir erwarten können zu erreichen ist die Vorhersage der Wahrscheinlichkeits-Verteilung der zukünftig möglichen Zustände des Systems mit Hilfe der Hervorbringung von En-

sembles von Modell-Lösungen.” Für IPCC 2014 entwickelt das britische Hadley Centre ein noch komplizierteres Erd-Klima-Modell, obwohl die Modellierer wissen, dass ihre Kreation nie die Wirklichkeit repräsentieren wird, selbst wenn die Lebenszyklen der Pandabären einbezogen würden(153). Solche Selbsterkenntnis ist lobenswert. Ein Ökonom wurde schon mit den Worten vernommen:”Meine Modelle und Konzepte ersetzen mir die empirische Beobachtung und Messung.” Solcher blinder Übermut ist absurd, den bestraft das Leben.

Oreskes, Shrader-Frechette u. Belitz (85) äußerten sich 1994 als Geowissenschaftler und Philosophen zur Bedeutung von computergestützten numerischen Modellen in den Geowissenschaften: „Der Nachweis der Schlüssigkeit numerischer Modelle natürlicher Systeme ist unmöglich, weil natürliche Systeme nie geschlossen sind, und weil Modellergebnisse nie eindeutig sind. Modelle können bestätigt werden durch die Demonstration von Übereinstimmung zwischen Beobachtung und Vorhersage, aber diese Übereinstimmung ist inhärent unvollständig. Die vollkommene Bestätigung ist logischerweise unmöglich infolge des unvollkommenen Verständnisses der Naturphänomene. Der Wert der Vorhersagen aufgrund der Modellierungen ist immer zu bezweifeln; ihr primärer Wert ist heuristischer Natur. Wenn Modellergebnisse mit heutigen und vergangenen Beobachtungen übereinstimmen, dann ist das kein Beweis für die Richtigkeit dieses Modells

oder von auf diesem Modell basierenden Prognosen. Numerische Modelle sind eine Form der hochkomplexen wissenschaftlichen Hypothese; sie sind keine gesicherte Erkenntnis, die von jedermann und jederzeit durch das Experiment überprüft werden könnte”. Oreskes schwächte später ihre radikalen Feststellungen ab. Und 2010 erschien ein Buch von Oreskes und Conway über “Defeating the Merchants of Doubt”. Die beiden Autoren glauben, dass die überwiegenden Beweise die Klimatologen nun veranlassen sollte, die anthropogene Erwärmung klar und deutlich als eine Tatsache zu kennzeichnen (165). Ich glaube das nicht. Die Beobachtungen 2000 bis 2009 sprechen dagegen.

Nach Jaworowski (86) sind computerbasierte Klimamodelle in mathematische Form gebrachte Meinungen ihrer Schöpfer über das Funktionieren des globalen Klimasystems. Offene Systeme, wie das Klima unseres Planeten, sind nicht wahrhaftig modellierbar, also auch nicht wahrhaftig vorhersehbar. Rind (142) meint: „Wetter und Klima sind komplex: Determiniertheit inmitten von Chaos, Unvorhersehbarkeit inmitten von Verständnis”. Analoges gilt für das Geschehen in Volkswirtschaften. Die Modellszenarien können falsch und wegen des Vorsorgeprinzips unausgewogen sein, wodurch eher recht negative, als wahrscheinliche Ergebnisse der Prognosen zu erwarten sind. Von Storch formulierte: „Auch wenn Modelle verschiedener Klimaforscher ähnliche Effekte



### Bild 9

Der nach 10 verschiedenen Klimamodellen berechnete Wolkeneffekt für  $2 \times \text{CO}_2$ . IPCC 2001, Bd. 1, S. 430, Fig. 7.2. Die Kürzel an der Ordinae geben die Institute an, die mit ihrem Modell das cloud radiative forcing berechneten. Die schwarze Säule resultiert aus dem kurzwelligen (grau) und dem langwelligen (weiß) Effekt. -Neuere Kalkulationen bringt IPCC 2007, Bd.1, S.768: NET von -2,2 bis +1,7  $\text{W/m}^2$ .

zeigen, so ist dies wegen der sozialen Vernetzung der Klima-Modellierer untereinander nur bedingt ein Hinweis auf die Zuverlässigkeit der Modelle. Dabei ist auch zu sehen, dass gewisse Modelleigenschaften sozial belohnt werden. Journale, wie „Nature“ und „Science“, haben eine klare Tendenz zu öffentlich interessanten, d.h. beunruhigenden, alarmierenden Resultaten. [Da wird dann schon einmal „abnormality“ anstelle von anomaly bzw.  $\Delta T$  gebraucht (Kerr (87)), Anm. d. Verf.] Der Wiederhall in den allgemeinen Medien zahlt sich in Anerkennung und bei der finanziellen Förderung aus. Und solcher Wiederhall wird eher durch Alarmierung denn durch Relativierung erzielt. Andererseits kann ein geschickter Modelleur die Resultate

seiner Modellierung in Grenzen durch die Spezifikation der Parametrisierungen selbst bestimmen“. Alarmierende Klimavorhersagen sind entscheidend davon abhängig, dass in die Modelle große positive  $\text{H}_2\text{O}$ -Feedbacks eingebaut sind. Tatsächlich sank die Feuchtigkeit der oberen Troposphäre seit einem halben Jahrhundert (Lindzen (175)). Auf die Möglichkeiten der Manipulierbarkeit von Computermodellen weist auch Luhmann (69) hin.

Der Beitrag auch des teuersten und leistungsfähigsten Computer zur Wahrheit einer Modellprognose ist gleich Null. Computersimulationen suggerieren eine illusionäre Präzision, obwohl unsichere Annahmen, grobe Vereinfachungen oder gar Irrtümer der Modellierung zugrunde liegen. Man soll Prognosen nach abgelaufener Zeit immer mit der eingetretenen Wirklichkeit vergleichen. Zwei Möglichkeiten der Darstellung des Themas „Prognosen und ihr Schicksal“ zeigen Bild 7 und 8. Ein anderes, gut bekanntes Beispiel für eine fehlgegangene schreckenerregende Prognose ist der spätestens für 1999 vorausgesagte Tod des deutschen Walds, der sich heute wie früher einer „normalen Gesundheit“ (nicht einer idealen) erfreut, vgl. Kandler (88) und Holzberger (89).

Bild 5 auf S. 22 zeigt die  $\text{CO}_2$ -Emissionen von 1860 bis heute. Die zur Jahrhundertwende 2000 als gesichert und als zu damaligen Preisen gewinnbar betrachteten Vorräte von fossiler Energie sind 1100 Gigatonnen Kohlenstoff (GtC) wobei 1tC 3,67 t  $\text{CO}_2$  ent-

spricht. Das Szenario BAU "business as usual", IPCC 2001, verbrennt bis 2100 kumuliert 1500 Gt C, was mit höheren Preisen und mit einem erhöhten Anteil von Kohle möglich wäre. Mit solchen Voraussetzungen haben die Klimaforscher des IPCC ihre Klimamodelle gefüttert und sich 1995 auf eine gemittelte, konsensuale Voraussage der Temperatursteigerung von 2°C für dieses Szenario bis zum Jahr 2100 geeinigt.

IPCC 2007, Bd.1, S.13, gibt für das analoge, fossil-intensive Szenario A1F1 als beste Schätzung für die Temperaturerhöhung von 1980/1999 bis 2090/2099 4,0°C an, dazu einen Bereich von 2,4 bis 6,4°C.

Die Klimamodellierung hat eine wesentliche Schwäche bei der Berücksichtigung der Wolken. Diese haben mit der Konzentration des Treibhausgases Wasser in der Atmosphäre (Wasserdampf), mit Stürmen, Regen, Hagel, Schnee, Überschwemmung zu tun. Und im Fall fehlender Wolken gibt es Hitzewellen, Dürre, Wassermangel. Das Bild 9, S. 33 belegt eine der wesentlichen Unsicherheiten bei der Modellierung der physikalischen Prozesse in der Atmosphäre: die Änderung des Strahlungshaushalts durch die Veränderung der Bewölkung bei Verdoppelung der CO<sub>2</sub>-Konzentration für neun renommierte Modelle. Die Modelle kommen trotz einheitlicher Vorgabe zu völlig unterschiedlichen und sich widersprechenden Ergebnissen: Sowohl abkühlende Wirkung als auch erwärmende Wirkung sind modelliert, noch nicht einmal beim Vorzeichen ist

man sich einig. Die Veränderung des net cloud radiative forcing reicht von -1,2 bis +1,8 W/m<sup>2</sup> für die Verdoppelung der CO<sub>2</sub>-Konzentration der Luft. Einen kurzen Überblick über den Stand 2010 der Probleme der Wolkenforschung geben Bodenschatz et al. (138); es ist noch viel zu tun für zuverlässige Wolkenmodellierung. Zum Vergleich: Das modellierte CO<sub>2</sub>-radiative forcing für die Verdoppelung der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre (2 x CO<sub>2</sub>) beträgt nach IPCC 3,7 W/m<sup>2</sup>. (Es wurde Ende der neunziger Jahre um 15 % nach unten korrigiert.) Eine andere Schwäche der Klimamodelle sind (oder waren?) die Flusskorrekturen zur Angleichung der Energieflüsse in und aus den Teilsystemen (Ozean, Atmosphäre) innerhalb des Klimasystems; es handelt sich um Beiträge von 3 bis 10 W/m<sup>2</sup>, also mehr als das antropogene CO<sub>2</sub>-Forcing von 1750 bis heute.

Die Vielzahl der zu modellierenden klimatologischen Prozesse wird heute physikalisch nicht hinreichend verstanden. Das wirkt sich insbesondere bei Wolken deutlich aus. Volz meint, dass unsere heutigen Klimamodelle für Langfristprognosen ungeeignet sind und dass die damit prognostizierten globalen Tendenzen einer anthropogenen Temperaturerhöhung wesentlich zu hoch sind (118). Malberg (119) weist darauf hin, dass die einseitige Ausrichtung der Klimadiskussion auf den CO<sub>2</sub>-Effekt ebenso fraglich ist, wie die angebliche Dominanz des menschlichen Einflusses bei der Erwärmung

seit 1850: Die Sonnenaktivität sei die Ursache dieser Erwärmung.

Modellierungen des europäischen Klimas von Christensen (120) zeigen, dass bei weiterem Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre und entsprechendem Anstieg der globalen Temperatur die Sommer heißer und trockener werden, dass aber Sommerniederschläge über weiten Teilen Europas heftiger werden. Das wäre erklärbar mit der stärkeren Aufnahme von Wasser durch die wärmere Atmosphäre infolge des höheren Dampfdrucks des Wassers: Clausius-Clapeyron-Gleichung für das Gleichgewicht flüssig-gasförmig; bei 20°C bringt 1°C Temperaturerhöhung 6,4 % mehr Dampfdruck, bei 30°C 5,9%. Es entspricht der landläufigen Erwartung, dass in einem wärmeren Klima die Luft trockener und die Verdampfung von Wasser zunehmen wird. Paradoxerweise zeigen terrestrische Beobachtungen mit Verdampfungspfannen seit 50 Jahren das Gegenteil, vgl. Ohmura und Wild (121) sowie Roderick und Farquhar (122). Das ist ein kompliziertes, komplexes Gewebe von Argumenten und Gegenargumenten, bisher ohne Auflösung der Widersprüchlichkeiten.

Man sollte nie vergessen, dass Wasser das wirksamste infrarotaktive Gas zum „Einfangen“ der langwelligen terrestrischen Strahlung ist, dass der Wasserdampf der Atmosphäre aber auch 10 bis 20 % der einfallenden solaren Strahlung absorbiert, vgl. Bernath (123) und Callegari (124), dass der

Wasserdampf sehr ungleich in der Atmosphäre verteilt ist, und dass der Latentenergie-transport durch H<sub>2</sub>O wesentlich zur Kühlung der Oberfläche unseres Planeten beiträgt.

„In den sechziger und siebziger Jahren des 20. Jahrhunderts bemerkten die Klimamodellierer die politische Schubkraft des anthropogenen CO<sub>2</sub>-Treibhauseffekts. Sie bauten in ihre damals noch rudimentären Atmosphärenmodelle eine CO<sub>2</sub>-Wirkung ein und siehe da, es kamen beim Verdoppeln des CO<sub>2</sub>-Anteils (2 x CO<sub>2</sub>) Erhöhungen der globalen Temperatur von 0,7 bis 9,6 °C heraus. Inzwischen trimmt man die Computersimulationen, koppelt die Atmosphärenmodelle mit Ozeanmodellen, mit Modellen des Kohlenstoff-Kreislaufs und der SO<sub>2</sub>-Emissionen/Sulfataerosolen, was vielfältige Steuerungsmöglichkeiten ermöglicht und die „Ausreißer“ einfängt.“ So schilderte Gerlich (116) 1995 seine provokante Sicht der Klimadebatte und schloss: „Der CO<sub>2</sub>-Treibhauseffekt der Erdatmosphäre ist eine reine Fiktion von Leuten, die gerne große Computer benutzen, ohne physikalische Grundlagen.“

Der springende Punkt in der gegenwärtigen Klimadiskussion ist ob und in welchem Ausmaß die seit 100 Jahren beobachtete Erhöhung der globalen Temperatur auf natürliche oder menschliche Ursachen zurückzuführen ist. Neben der veränderten Nutzung der Landoberfläche der Erde, den Methan-, FCKW-, Distickstoffoxid-Emissionen, dem troposphärischen Ozon und den Aerosolen wird vor allem der zusätzliche von Menschen gemachte Treibhauseffekt des Kohlendioxid-

oxids als Ursache diskutiert. Er ist nicht messbar; er wird modelliert mit Hilfe der im Labor gemessenen infrarot-spektroskopischen Daten (HITRAN-Datenbank) und der Theorie des Strahlungstransfers in der Atmosphäre. IPCC behauptete 1994 (117), dass der Treibhauseffekt des CO<sub>2</sub> physikalisch real und gut verstanden sei: die Verdoppelung der CO<sub>2</sub>-Konzentration führe zu einer 10 bis 20%igen Erhöhung des gesamten Treibhauseffekts des CO<sub>2</sub>. IPCC 2001 formulierte (Bd. 1, S. 22): "The greenhouse effect is a natural feature of the planet, and its fundamental physics is well understood." Rahmstorf (53) interpretierte IPCC im September 2002: „Die Wirkung von CO<sub>2</sub> ist physikalisch verstanden, durch zahlreiche Messungen in Labor und Atmosphäre belegt und durch die Klimageschichte bestätigt“. Das Letztere ist ein notwendiges aber kein hinreichendes, bestätigendes Kriterium. Das Erstere (Messungen in Atmosphäre) steht im Widerspruch zur klaren Aussage von Raschke und Hollmann (125), (126): „Der Treibhauseffekt selbst kann nur berechnet werden“ (auf Basis „richtiger“ Hypothesen und möglichst exakter Eingabedaten für solche Rechnungen). Niels Bohr meinte: „Physik ist die Fähigkeit, klar und deutlich zu sagen, was wir über die Natur wissen und *nicht wissen*“. Vor allem das Letztere ist wichtig im Hinblick auf die umweltpolitischen Konsequenzen.

Zweifel am IPCC-Modell wurden u.a. von Hug (127), (128), Dietze (129) und Volz (118) geäußert. Solche Zweifel machen eine um den Faktor 4 geringere anthropogene Erwärmung wahrscheinlich

als sie von IPCC bis zum Jahr 2100 prognostiziert wird. So plausibel eine wärmehaltende Wirkung des CO<sub>2</sub> *prima vista* erscheinen mag, so unsicher ist die hypothetische Modellierung des anthropogenen Effekts. Die mit dem IPCC-Modell berechnete Wirkung auf das Klima, die Klimasensitivität, könnte um den Faktor vier zu groß sein, u.a. aus Gründen der Vorsorge und auch der Ideologie.

Ruß hat als Aerosol eine von IPCC vermutlich unterschätzte erwärmende Wirkung. Man vergleiche hierzu Menon et al. (130) sowie Chameides und Bergin (131) sowie Ramanathan, Hansen et al. (132), die einen substantiellen Beitrag des anthropogenen Rußes aus der Nutzung fossiler Energien zur globalen Erwärmung vermuten auf Basis seiner modellierten Wirkungen, in der Größenordnung von 1/3 bis 1/2 des derzeitigen anthropogenen modellierten CO<sub>2</sub>-forcing. Mark Jacobson (177) rechnete vor, dass die Russwirkung sogar 1/1 der anthropogenen CO<sub>2</sub>-Wirkung sei.

Die Theorien, Berechnungen und Simulationen zur CO<sub>2</sub>-Wirkung im Klimasystem und generell zur Klimaproblematik müssen wegen der daran angeknüpften ökonomischen, weltpolitischen Konsequenzen immer wieder kritisch hinterfragt werden. Die Eingabedaten müssen präzise und eindeutig sein (Spektren). Der simulierte Prozess sollte physikalisch klar verstanden und mathematisch ohne Rückgriff auf nicht gerechtfertigte Näherungen beschreibbar sein (Strahlungstransfer). Die Rechenergebnisse müssen mit hinreichenden Kriterien verifizierbar oder falsifizierbar sein. Diesen drei For-

derungen (nach Volz, priv. Mitlg.) sollte man ohne ideologisch-politischen Eifer nachgehen; wir brauchen gesicherte Erkenntnis. Auch Raschke (133) riet 2001 zur Vorsicht: „Die heute beobachtete globale Erwärmung wird bereits von einem großen Teil unserer Gesellschaft als Ergebnis des zusätzlichen Treibhauseffekts betrachtet. Die vollständige Rechtfertigung dieser Annahme ist noch nicht möglich wegen unserer lückenhaften Kenntnisse über die beteiligten Prozesse und wegen unserer ungenügenden Fähigkeiten der Modellierung“. Und wenn der Betrag des anthropogenen Treibhauseffekts des CO<sub>2</sub> nur 1/4 des von IPCC modellierten ausmachen würde, dann wäre das fast ein „Freispruch für das CO<sub>2</sub>“, wie ihn Thüne (134) wünscht. Siehe auch Malberg (119), der die Sonne als Ursache des Temperaturanstiegs seit 150 Jahren betrachtet.

Die Aerosolforscher haben im Mai 2003 auf die von ihrem Forschungsgegenstand verursachten Ungewissheiten hingewiesen, Charlson, Heintzenberg et al. (135). Vogelmann et al. (136) beobachteten über der Japansee episodische infrared radiative aerosolforcings von 2 bis 9 W/m<sup>2</sup>.

Die Größe und Unsicherheit des Aerosolforcings wird bis heute in den Klimastudien ungenügend berücksichtigt. Folgerungen über die Ursachen der oberflächennahen Erwärmung seit 150 Jahren und über die Klimasensitivität könnten deswegen fehlerhaft sein. Die natürliche Klimavariabilität könnte erheblich größer sein als sie in den derzeitigen Klimamodellen dargestellt wird. Der Fehler könnte sein, dass die natürliche Variabili-

tät aus zu kurzen Beobachtungsperioden (z.B. von 1890 bis 1960, der Zeit eines vermeintlichen ewigen Klimafriedens (Pfister (97)) abgeleitet wird.

Ein anderer, heute wahrscheinlich unterschätzter Faktor im Klimageschehen ist der Einfluss der Änderung der Landnutzung auf die Änderung der mittleren Oberflächentemperatur. Kalnay und Cai (137) ermittelten für die USA im 20. Jhdt. diese Wirkung mit 0,35 °C pro 100 Jahre, was doppelt so viel sei wie frühere Schätzungen.

R. Pielke sen. et al. publizierten eine Studie die aufzeigt, dass die Wirkungen der anthropogenen Landoberflächenveränderungen mindestens gleichbedeutend wenn nicht bedeutender als die Wirkung des anthropogenen CO<sub>2</sub> sind.

(<http://www.gsfc.gov/topstory/20020926landcover.html>)

Fazit:

Die Gesellschaft sollte die Fähigkeiten und Unzulänglichkeiten der Klimamodellierung verstehen und den Anspruch auf berechenbares Zukunftswissen zurückstutzen auf den Zweck der partiellen Hilfestellung bei der Ergründung des komplexen Klimasystems (Kuri (162)). Nachweislich zuverlässige Modellierung und Vorhersagen für das zukünftige Klima sind noch nicht möglich (Titz (159)). 2008 sank die Globaltemperatur deutlich unter die Projektion des IPCC aus früheren Jahren (Titz (160)).

Computer-Klimamodelle besitzen keine Aussagekraft zur Klimavorhersage (172).

## 8 Extremes Wetter als Folge des antropogenen Klimawandels?

### 8.1 Hochwasser in Mitteleuropa

Die Regenfluten im Einzugsgebiet der Elbe im August 2002 und das folgende Hochwasser waren ein Extremereignis im Ablauf des Wetters. Sauer (90) berichtete über dieses Elbe-Hochwasser - ein altes Phänomen - und zitierte den Leipziger Meteorologen Mudelsee (91), der davor warnt, in diesem Unglück einen Beleg für einen von Menschen gemachten Klimawandel zu sehen. Die Natur produziere von sich aus von Zeit zu Zeit Katastrophen. Statistische Analysen zeigen, dass in den letzten 150 Jahren die Häufigkeit von Sommer-Hochwassern an Elbe und Oder nicht zugenommen hat; Hochwasser im Winter sind sogar seltener geworden. Langfristige und gelassene Betrachtung ist notwendig, siehe (91).

„Bis heute unübertroffen ist das Elbe-Hochwasser Ende Juli 1342. Diese Jahrtausendflut soll beispielsweise in Meißen in der Franziskanerkirche die Altäre überstiegen haben, wäre also um einiges höher gewesen als die jüngste Überschwemmung, die Meißens historische Altstadt schwer getroffen hat. Einzigartig war allerdings die regionale Ausdehnung der Unwetterkatastrophe von 1342, die etwa daran ablesbar ist, dass auch an Main, Donau und Rhein Brücken zerstört wurden. Viele Städte und Dörfer wurden von den anschwellenden Wassermassen, wie jüngst wieder erlebt, schlagartig getroffen. Auslöser war eine Großwetterlage, wie sie ähnlich in den Julimonaten 1897, 1927, 1997 und nun-

mehr im August 2002 aufgetreten ist. Die katastrophalen Auswirkungen des Hochwassers von 1342 lassen sich nicht nur an manchen impressionistischen Berichten spätmittelalterlicher Chronisten ablesen, die stets mit kritischer Vorsicht zu betrachten sind, sondern sie finden ihre Bestätigung in Untersuchungen der Landschaftsökologie. Die starken Niederschläge im Juli 1342 haben zu beträchtlichen Bodenerosionen geführt, die sich in den Schwemmfächern zahlreicher Flüsse und Bäche niedergeschlagen haben. Um das ganze Ausmaß der damaligen Katastrophe zu erfassen, muss man sich vergegenwärtigen, dass es das moderne Problem der Bodenversiegelung, das die Wirkung der Niederschläge noch steigert, vor dem 19. Jahrhundert praktisch nicht gegeben hat.“ Leserbrief Dr. Bünz (92). Dieses Jahrtausendhochwasser erwähnt Glaser (93): „Nach dem außergewöhnlichen Hochwasser, das bis zu 14 m tiefe Schluchten gerissen hatte und die ganze Landschaftsoberfläche veränderte, brach, nachdem die gesamte Ernte zerstört war, eine Hungersnot aus.“

Die maximalen Pegel, maximalen Wassermengen pro Sekunde, maximalen Niederschläge pro Tag, Einengung der Abflüsse durch Bebauung, Verdichtung der Böden, die Wasserstände in den Talsperrern, alle diese und noch andere Faktoren sind bei der Beurteilung von Flutrisiken zu berücksichtigen, wie es Becker und Grünwald (94) am Beispiel der letzten Überschwemmung von Dresden durch die Elbe aufzeigen: 2002 waren es max. 4680 m<sup>3</sup>/s und max. 9,4 m in Dres-

den; 1845 sollen es max. 5700 m<sup>3</sup>/s und max. 8,8 m gewesen sein. Der Beitrag (94) in Science wird illustriert durch das Photo eines von den Fluten umtosten, einsturzgefährdeten Wohnhauses in einem Erzgebirgsort. Im Einzugsgebiet der Weißeritz fielen 312 mm Regen in 24 h und 406 mm in 72 h, was die physikalisch maximal möglichen Niederschläge knapp unterschreitet. Die Weißeritz suchte sich dann im Bereich des Dresdener Hauptbahnhofs ihre alte Überflutungsfläche und bahnte sich einen Weg in und durch die Stadt. Die zivilisatorische Einengung des Abflusses führte zur Durchströmung des Bahnhofportals beim Hochwasser 2002.

Die Hochwasserschäden in der Schweiz werden erst seit 1972 systematisch und von amtswegen erfasst. Die Unwetterstatistik 1972 bis 1996 zeigt, dass Unwetter nicht häufiger auftreten als früher, doch hat die Erstellung von Bauten in altersher bekannten Gefahrenzonen in den letzten Jahren zu einem sprunghaften Anstieg der Schadenkosten geführt, wie Röthlisberger (95) feststellt. In der Schweiz sind keine Häufungen von Katastrophen infolge einer Klimaerwärmung nachweisbar; Vischer (96).

Röthlisberger (95) erwähnt einen extremen Murgang im Val Varuna bei Poschiavo im Jahr 1672, der sich 1834, 1839, 1842, 1845, 1855, 1928, und 1987 wiederholte. War die Häufung in 1834 bis 1845 die Folge eines Klimawandels? Ursache des ersten historisch belegten Murgangs des Varuna-Bachs 1672 soll angeblich eine Frau gewesen

sein, die dann auch prompt bei einem Hexenprozess für diese „Untat“ verurteilt wurde.

Eine schweizerische Untersuchung (in (95) beschrieben auf Basis von (97)) von 122 Hochwassern aus den vergangenen fünf Jahrhunderten stellt deutlich gewisse zeitliche Konzentrationen und Schwerpunkte im Unwettergeschehen der Schweiz fest. Vergleicht man die Hochwasserhäufungen mit den jeweiligen Klimaphasen, so erkennt man allerdings keine klaren Zusammenhänge und auch keine Periodizität. Häufungen von Hochwassern können in allen Klimaphasen vorkommen, sowohl in kalt-kühlem, verschlechtertem Klima, als auch in Perioden kontinentalen Klimas und in Wärmephasen. Das Unwettergeschehen hält sich also an keine starren Regeln, ein empirisches Indiz, dass eine Klimaerwärmung nicht unbedingt auch eine Häufung schwerster Unwetter mit sich bringen muss, wie heute gerne extrapoliert wird (94),(98). Vgl. auch S. 16.

Pfister (97) schrieb für die Schweiz eine Wetternachhersage über 500 Jahre, über die beobachteten Klimavariationen und Naturkatastrophen. Glaser (93) berichtete über 1000 Jahre der Klimageschichte Mitteleuropas: Wetter, Klima, Katastrophen. Glaser (93) fasste zusammen (S. 209):

„Die Veränderlichkeit ist das Wesensmerkmal des mitteleuropäischen Klimas. Es gibt keinen als normal zu bezeichnenden Zeitabschnitt, in dem nicht auch die unterschiedlichen Extreme aufgetreten wären. In den letzten 1000 Jahren sind

das Wärmeoptimum des Mittelalters, die kleine Eiszeit und das moderne Wärmeoptimum erkennbar, letzteres mit vor allem im Winter und nachts erhöhten Temperaturen. In allen diesen Phasen gab es in einzelnen Jahren immer wieder Extreme, die man ohne Kenntnis der Klimaentwicklung der letzten tausend Jahre vorschnell als neuartig einstufen würde. Es existiert eine deutlich höhere natürliche Variabilität im Auftreten von Klimakatastrophen als die aktualistische Betrachtung erkennen lässt (S. 208).“

„Der Geograph Brückner (1895, vgl. Kasten 1) ging als einer der ersten von der Annahme aus, dass sich das Klima verändert. Es gelang ihm, Zusammenhänge zwischen Klimavariationen, Gletscherschwankungen und der Konjunktur aufzuzeigen, die heute noch von Bedeutung sind. Aber als die Anomalien und Naturkatastrophen im frühen 20. Jahrhundert zurückgingen und eine Periode des ewigen Klimafriedens angebrochen zu sein schien, da wurden seine Überlegungen vergessen.“ Das ist ein wörtliches Zitat aus Pfisters Buch, S. 14 (97). Klima ist eine Angelegenheit, die geduldig und über lange Zeit beobachtet werden muss, nicht nur über zwei/drei Wahlperioden, auch nicht nur über ein/zwei Menschenleben.

Also: Die Klimawechsel sind Normalität. Viele kurz-, mittel- und langfristige Einflüsse sind am Werk. Wir messen heute die schlussendliche, summierte Wirkung dieser Einflüsse als Temperatur, Wind, Niederschlag u.v.a.m.. Und wegen der geringen Zeitdauer unserer Be-

obachtungen interpretieren wir zu schnell eine 10- oder 20-jährige Entwicklung als einen sich fortsetzenden Trend (gar mit modellierter anthropogener Ursache), obwohl es eine Schwingung (mit einer oder mehreren natürlichen unbekanntem Ursachen) ist. Ein Beispiel dafür schildert Bryden (114). Im Frühjahr 2003 berichteten die deutschen Medien über einen von Rahmstorf beschriebenen Klimazyklus von 1470 Jahren Periodendauer, der 23-mal in den paläoklimatischen Daten erkennbar sei. Einen ebenso langen Zyklus fanden Singer und Avery und erklären damit die Klimageschichte der letzten 400 Jahre (173).

Es ist anmaßend und unmöglich, einen gedachten idealen globalen Zustand, eine Normalität des Klimas für immer und ewig erhalten und schützen zu wollen. Klimaschutz ist eine Leerformel der Politik. Wie will man etwas schützen, das in seinem Wirken nur partiell verstanden und kaum vorhersehbar ist? Damit ist es auch sehr offen, ob fragwürdiger Klimaschutz heute Hochwasserschutz für Übermorgen sein kann. Nur bei von Menschen verursachten Änderungen können wir sinnvoll eingreifen. Natürliche Änderungen müssen wir hinnehmen und uns anpassen, z.B mit Flutpoldern. Das Phänomen des El Nino / La Nina widersteht den Prognosetechniken der Klimamodellierer. Ein Zusammenhang des Phänomens mit den bekannten Klimadaten scheint nicht zu bestehen; seine Variabilität beruht wohl auf einer uns unbekanntem inneren Dynamik.

## 8.2. Extremes Wetter, Bilder, Politik, Kanzlerworte

Extreme Wetterereignisse liefern eindrucksvolle Bilder: Das Auge des tropischen Wirbelsturms aus Satellitensicht. Windgepeitschte Palmen. Die zugehörige Überschwemmung in Moçambique mit verzweifelten Menschen auf Hausdächern. Die überspülten Hochwasserdämme an Elbe und Oder. Die Politiker in Gummistiefeln am Deichbruch. Die sengende Sonne über bleichen Gerippen in der verdorrten Steppe im Sahel. Die zu Skeletten abgemagerten Kinder mit großen traurigen Augen. Die Waldbrände auf der iberischen Halbinsel. Die flüchtenden Bewohner des Campingplatzes. Die Schneisen der vom Wintersturm Wiebke umgelegten Bäume. Muren und Lawinen in den Bergen. Das Bahnhofsportal mit dem herausdrängenden Wildbach. In den Fluten treibende Autos. - Das sind schlimme und beeindruckende Bilder, die eine unheimliche Macht über uns ausüben, die unsere Vorstellungen von der Welt und ihren Phänomenen prägen. Wir verwechseln unser Bild von der Wirklichkeit mit der Wirklichkeit selbst, vgl. Urban (99).

Politik wird mit Bildern gemacht. Die Bildfolgen von solchen natürlichen Katastrophen werden von Medien, NGOs und der etablierten Klimapolitik missbraucht um die Bevölkerung zu sensibilisieren. Forscher, Priester, Ökoaktivisten, Umweltminister, Friedensnobelpreisträger behaupten: Die Zunahme der Stürme, Lawinen, Stark-

regen, Hitzewellen und Trockenheiten beweise, dass eine Veränderung des Klimas bereits eingetreten sei und laufend stärker werde. Wer anders als die Menschen der Industrieländer und der von ihnen verursachte zusätzliche Treibhauseffekt des CO<sub>2</sub> könnte daran schuld sein? Damit folgen die Klimapolitiker absichtsvoll den bewährten Grundsätzen für erfolgreiche Öffentlichkeitsarbeit: Linear vereinfachen, ständig wiederholen, gefühlsmäßig steigern. Nicht die Fakten prägen unsere Vorstellung von der Welt, sondern die Bilder, die wir uns von den Phänomenen machen (Epiktet, Urban (99)). Die medial induzierte Bilderwelt in unseren Köpfen kann unser kritisches Nachdenken blockieren. Extremereignisse des Wetters bieten in der Klimadebatte die Möglichkeit zur hochgradigen Emotionalisierung. So werden wir empfänglich gemacht für Schreckensszenarien eines globalen Klimawandels mit regionalem Würgegriff.

„Der Klimawandel ist keine prognostische Vermutung, er ist bittere Realität“, das sagte Bundeskanzler Schröder nach dem Elbe-Hochwasser, August 2002.

Der Kanzler folgte den Rezepten von Klima-Aktivisten, wie sie in einer Studie der KFA Jülich (72) und von Schneider (71) empfohlen bzw. angewandt werden, vgl. S. 14. Nach Schönwiese (zitiert in (101)) ist das ungewöhnliche Wetter, das das Elbhochwasser auslöste, nicht unbedingt mit der anthropogenen Zunahme der

CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre gekoppelt. Doch er meint, einige Fehlinterpretationen in Kauf nehmen zu können, wenn die Überschwemmung eine größere öffentliche Aufmerksamkeit für die potenziellen Gefahren der globalen Erwärmung bewirkt. So äußerte sich auch Tickel (100) in einem Editorial für Science am 2.8.2002: "Communicating the fact of climate change is a complex process involving political leadership, science, public pressure and even perhaps a useful catastrophe or two to illuminate the issues." Die gute Absicht (Rettung des Klimas) soll also rechtfertigen, dass nicht nur objektiv berichtet wird, sondern dass die Kommunikation einen politisch korrekten Drall, einen Spin bekommt.

Pielke (102) analysierte die heutigen vielfältigen Verflechtungen von Politik, Umweltaktivisten und Wissenschaft: Letztendlich wird die Wissenschaft immer stärker politisiert. Ihre Ergebnisse dienen - mit passender Interpretation - den Zielen der Politiker (siehe (102)), darunter die Erringung und Erhaltung der Macht.

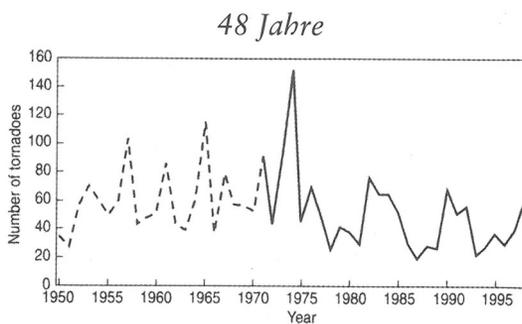
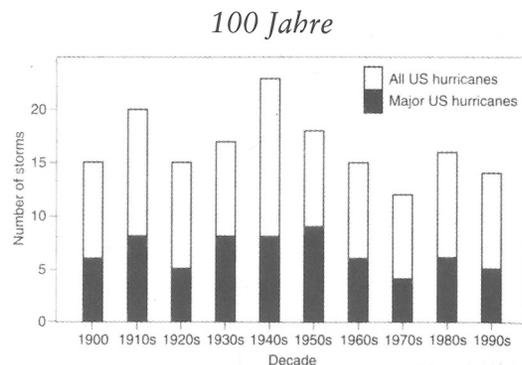
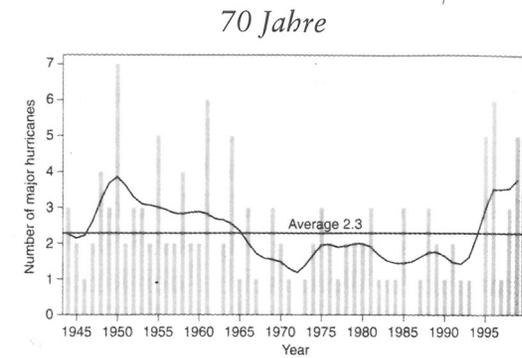
Das noch in die Wissenschaft gesetzte Vertrauen wird von Politikern, Aktivisten und Mitarbeitern der Versicherungsindustrie verwendet für die Durchsetzung ihrer strategischen Absichten bzw. Marketingziele. Die Wissenschaft wird instrumentalisiert für die Ziele der Politik; sie zieht sich den Unwillen der Politik zu, wenn sie politisch unbrauchbare Ergebnisse ablie-

fert. Hans Schuh (103) formulierte: „Politiker wählen ungeniert wissenschaftliche Berater so aus, dass garantiert das gewünschte Ergebnis herauskommt. Da verlottert Wissenschaft zum pluralistischen Steinbruch, aus dem sich jeder herausbricht, was ihm gerade beliebt.“

Im August 2010 führte die Görlitzer Neisse Hochwasser, verschlimmert durch den Dambruch eines polnischen Flusskraftwerks. Brandenburgs Ministerpräsident Platzeck informierte die Bevölkerung seines Landes und bemerkte u.a., "dieses Hochwasser sei ein dem Klimawandel geschuldeter Tribut".

### 8.3 Statistik und Prognose von Extremwetter

„Wenn der Klimawandel die Variabilitäten von Niederschlag und Temperaturen verringern würde, dann würde eine mittlere globale Erwärmung an der Oberfläche als Konsequenz eines erhöhten Treibhauseffekt nicht vielen Leuten Furcht einjagen (would not intimidate many people). Die Änderungen der Variabilität sind wichtiger als die Verschiebungen der Mittelwerte. Die Änderungen der Häufigkeitsverteilung von Wetterparametern als Funktion der Änderung des Mittelwerts müssen beobachtet bzw. modelliert werden.“ Dies ist ein im ersten Satz wörtliches Zitat (S. 1994) aus dem Übersichtsartikel von Grassl (98) „Stand und Verbesserungen gekoppelter Zirkulationsmodelle“. Die



**Bild 10**

Drei historische Rückblicke über 100, 70 und 48 Jahre für drei Typen von extremen Wetterereignissen. IPCC 2001, Bd. 1.

**Oben:** Jährliche Zahl der grösseren Hurricane über dem Nordatlantik (Fig.2.37)

**Mitte:** Zahl der Hurricane pro Dekade, welche die USA von See her treffen (Fig.2.37)

**Unten:** Zahl der Tornado in den USA (Windgeschwindigkeiten 70 bis 164 m pro sec)(Fig.2.38)

**Kasten 10**

**Extreme Wetterereignisse.** Beobachtete Veränderungen (in der 2. Hälfte des 20. Jhdts.) gemäß Darstellung im Summary for Policymakers in IPCC 2001, TAR, S.4, 5, 15:

In der 2. Hälfte des 20. Jahrhunderts hat die Häufigkeit von Starkregen in den mittleren und hohen Breiten der Nordhemisphäre um 2 bis 4 % zugenommen (66 bis 90 % Wahrscheinlichkeit). Während des 20. Jahrhunderts gab es global relativ kleine Zunahmen der Landflächen mit schweren Dürren oder schweren Überschwemmungen.

In Teilen von Asien und Afrika haben Häufigkeit und Intensität von Dürren zugenommen.

Globale Änderungen der Häufigkeit und Intensität von Stürmen (in und außerhalb der Tropen) werden von interdekadischen bis multidekadischen Variationen bestimmt. Über das 20. Jahrhundert sind keine signifikanten Trends erkennbar.

Keine systematischen Änderungen der Häufigkeiten von Tornados, Gewittertagen oder Hagelvorkommnissen sind erkennbar für die wenigen untersuchten Gebiete.

Meteorologen des IPCC haben 1990 und 1995 die langfristigen statistischen Wetterdaten der „instrumentellen Periode“ (leider nur 100 Jahre) durchgesehen mit dem Ergebnis, dass kein Trend einer größeren Häufigkeit und Heftigkeit von extremem Wetter erkennbar ist. Bengtson (105) hat dies im Jahr 2001 bestätigt. Kurzfristige (unter 30 Jahren) Betrachtungen führen in die Irre; die Vergangenheit zeigte seit 1900 keine Auffälligkeiten, vgl. Bild 10. Eine Studie von Vinnikow und

## Kasten 11

**Extreme Wetterereignisse in der guten, alten Zeit.** Auszug aus dem Büchlein von Ludwig Sailer „Trostberg, Stadt und Land im Spiegel der Geschichte“, S. 55. Verlag Alois Erdl, Trostberg (1949):

### **Pest, Musterung und Katastrophenjahre**

Während Herzog Maximilian im Jahre 1611 ein Heer von 30 000 Mann am Inn und um Burghausen sammelte, brach auch in Trostberg die Pest aus, die viele Opfer forderte. Sie wurden jenseits der Alz auf dem Pestfriedhof beerdigt. Dennoch hatten die Reiter und Schützen aus der Umgebung am 17.10.1611 im Markte Trostberg zur Musterung zusammenzukommen. Am 18. Oktober mussten sie nach Burghausen und am 22. Oktober 1611 wurde die Stadt Tittmoning erstürmt. Nun folgten böse Katastrophenjahre, die der Übersicht halber im Zusammenhang gebracht sein sollen.

- 1611 war ein so kalter Winter, dass der Chiemsee noch im März zugefroren war. Es fiel auch sehr viel Schnee.
- 1614 fielen schwere Hagelschläge, die alles verwüsteten, so dass die Bauern nicht einmal „Haberbrot“ zu essen hatten.
- 1615 war ein so heißer Sommer, dass das Vieh vor Hitze umfiel.
- 1622 setzte eine Inflation ein und entwertete das Geld. Eine große Teuerung begann. In diesem Jahre fing man an, kupferne Münzen zu schlagen. Es war nichts mehr zu bekommen.
- 1626 war das Getreide durch Hagelschlag „schwer verderbt, auch den ganzen Sommer niemals warm gewesen und das wenige Draitt vor Reng und Wötter net eingebracht“. Die armen Leute haben die „Gfeldblumen und Harbolen und Büchein gemalen und solches Brodt daraus“ gemacht.
- 1636 war ein so heißer Sommer, dass die Brunnen austrockneten. Die Hitze dauerte von März bis Juli, die Wälder und Moore brannten. Als der Regen am 2. August kam, war um Prien und Trostberg ein solcher Hagelschlag, dass es „Steine warf in der größ eines zweijährigen kindeshaubt“. Das Vieh wurde auf dem Feld erschlagen. Der Chiemsee trat über die Ufer.
- 1637 brausten schwere Windstürme über den Chiemgau hinweg.
- 1641 fielen so schwere Regengüsse, dass ganze Häuser weggeschwemmt wurden.
- 1642 war ein solches Hagelwetter, dass im Landgericht Trostberg alle Früchte zerschlagen wurden.
- 1647 Am 12.07. ein ungeheures, siebenstündiges Gewitter; das Getreide wurde vernichtet. Hierauf regnete es sechs Wochen lang Tag und Nacht ohne Aufhören, so das viele glaubten, der jüngste Tag sei nahe
- 1648 Vom 11.6. bis 29.9. regnete es stets. Der Inn war immer gewaltig angeschwollen und erschwerte so den Schweden den Übergang.

Diese Vorgänge sind Aufzeichnungen der Aebtissin von Frauenchiemsee, Magdalena Haidenbucher, entnommen, und dürfen daher als glaubwürdig angesehen werden. Ergänzungen 1636, 47, 48 aus dem Werk (1850) von Ernest Geiß über ihre Tagebücher. Vgl. hierzu Pfister (97) und Glaser (93).

Robock (106) kommt für die letzten 100 Jahre zum gleichen Ergebnis.

Der Hurrican Katrina 2005 wird vom Hurrican am Labor Day 1935 katastrophal überboten. Im Fall Katrina versagten die schlecht gewarteten Deiche um die unter dem Meeresspiegel liegenden Stadtteile von New Orleans. Diese Folgen des Wirbelsturms waren in allen Details vorher bekannt und dokumentiert, es war gewarnt worden, es war eigentlich eine lokalpolitische Katastrophe.

Noren et al. (107) untersuchten die Sturmhäufigkeit über dem Nordosten der USA während der letzten 15.000 Jahre mit Hilfe von Binnensee-Sedimenten. Sie fanden einen Zyklus von etwa 3000 Jahren. Zurzeit sei der Trend dieses Zyklus positiv; derzeitige Zunahmen der Sturmhäufigkeit seien kein zuverlässiger Indikator für einen anthropogenen Klimawechsel. Moy et al. (108) fanden an einem See-Sediment-Bohrkern (Laguana Pallcacocha, Ecuador) heraus, dass die ENSO-Vorkommnisse seit 12.000 Jahren zunehmen bis vor etwa 1200 Jahren, und dass 2000-jährige Perioden relativ hoher und niedriger ENSO-Aktivitäten diesem Langfristtrend überlagert sind. ENSO = El-Nino-Southern Oszillation. -Siehe auch S.16.

IPCC meinte 1995, dass es unsicher sei, ob sich in Zukunft die Extremereignisse nach Intensität und Häufigkeit ändern werden. IPCC 1995, Bd. 2, S. 35 widersprach der Meinung einiger

Mitarbeiter der Versicherungsindustrie, die einen Trend zu erhöhter Frequenz und Intensität extremer Wetterereignisse wahrgenommen haben wollten: In der langfristigen meteorologischen Analyse ist ein solcher Trend nicht erkennbar. Die Aussagen von IPCC 2001 zu Extremereignissen sind in Kasten 10 wiedergegeben. U.a. keine Zunahme der Zahl oder der Intensität von Stürmen, Taifuns, Hurricans, Tornados. Kasten 11 schildert Katastrophen im Chiemgau 1611 bis 1648. Pfister ((97), S. 245) kommentiert die extremen spätsommerlichen Überschwemmungen im Alpenraum, die unter natürlichen Bedingungen ausgeprägte langfristige Schwankungen aufweisen. Fest steht, dass sie primär durch natürliche Klimavariationen bedingt sind und nicht in erkennbarer Weise mit anthropogenen Einflüssen in Zusammenhang stehen. - An anderer Stelle weist Pfister (97) (S. 211) auf den Rückgang der kalten Anomalien 1976 bis 1993 hin. Stünden nur Ergebnisse der letzten 300 Jahre zur Verfügung, würde man kaum zögern, diesen Schwund der kalten Anomalien dem anthropogenen Treibhauseffekt zuzuschreiben. Es ist aber nicht zu übersehen, dass sich ein analoger Rückgang auch im 17. Jhdt. nachweisen lässt, in einer Periode eines natürlichen Klimas, ohne nennenswerte anthropogene CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Als Beispiel einer Kurzfrist-Studie der Klimavariabilität während des 20. Jahrhunderts (der instrumentellen Periode, die nach Pfister (97) zu fast zwei

Drittel auch eine Zeit des „Klimafriedens“ ist) sei die Arbeit von Easterling et al. (109) genannt: sie bestätigt eine globale Erwärmung von etwa 0,5 °C, Änderungen zu einem intensiveren hydrologischen Kreislauf und die Zunahme von extremen Niederschlägen in den USA und Australien, immer über die Zeitspanne des 20. Jahrhunderts und im Vergleich zum ersten Drittel dieses Jahrhunderts, als das Klima „friedlich“ war. Mit den weichen Aussagen des IPCC kann ein aktiver Klimapolitiker oder ein NGO-Aktivist nichts bewirken; wissenschaftlich sind sie richtig, politisch-marketingmäßig sind sie unbrauchbar. Wenn schon der kurzfristige meteorologische Rückblick auf das 20. Jahrhundert keinen brauchbaren, handfesten Trend liefert, dann muss man die auf Hypothesen und ungesicherten Annahmen beruhende Klimamodellierung (S. 24) bemühen, um die zukünftigen Extrema dem sich ängstigenden, furchtbereiten Volk darzubieten. Das würde doch der überzeugende Beweis für die kommende anthropogene Klimakatastrophe sein, den die Katastrophenpropheten suchen. 1995 war man noch nicht so weit, mit den damaligen Klimamodellen vertretbare prognostische Aussagen zu machen.

Sechs Jahre später glauben Palmer und Raisänen (110) sowie Milly, Wetherald, Dunne und Delworth (111) weiter zu sein (Modellierung Monsun Südasien). Schnur (112) kommentiert diese Arbeiten: „Zwei neue Studien liefern Hinweise, die unser Vertrauen

in die Vorhersage von extremen Regenfällen und Überflutungen vermehren“. Unterstützt wird diese Aussage vom Aufmacher des Schnur'schen Kommentars, nämlich dem Photo einer überschwemmten Straße mit Ruderbooten unter Verkehrsampeln (Oregon City 1996). Ein solches Bild wird unsere Entscheidungsträger auf einen Blick eher überzeugen als die trockene wissenschaftliche Erörterung. Schnur (112) weist die Politiker darauf hin, dass die Klimamodelle mit der üblichen groben Auflösung von 200 x 200 km für die Vorhersagen von Wetterextremen ungeeignet sind; brauchbarer seien Auflösungen von einigen 10 km. Die Computer und ihr Betrieb für diese Rechnungen werden erheblich teurer sein als bisher.

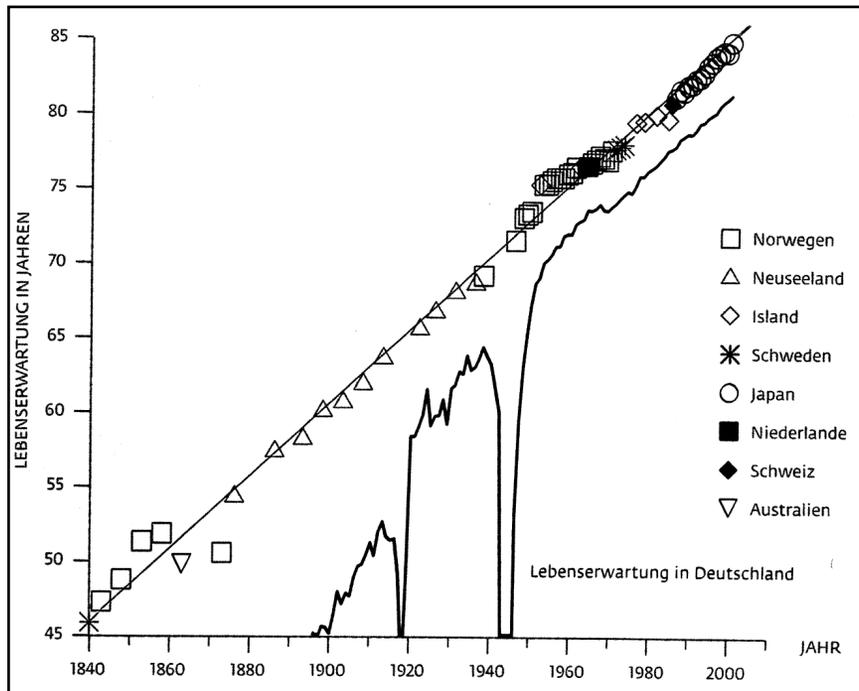
Als das indische Monsun-Modell aus den 90er Jahren nach anfänglichen Vorhersage-Erfolgen um die Jahrtausendwende versagte, sah sich der indische Landwirtschaftsminister zu dem Bonmot veranlasst: „All die Supercomputer und Satelliten sind kein Ersatz für den Regengott“, vgl. Bagla (113). - Abgesehen von der Frage der Auflösung stellt sich generell die Frage nach der Zuverlässigkeit der heute üblichen Klimamodellierung und nach der Richtigkeit der Modellierung des anthropogenen CO<sub>2</sub>-Effekts. Kraus und Ebel schrieben 2003 ein Buch über das „Risiko Wetter“ (152). Sie stellten fest: „Es gibt keinerlei Hinweise darauf, dass die von einzelnen Tornados verursachten Schäden zugenommen haben. Es fehlen hier wie bei den Hurricanen und den Mittelbreiten-Zy-

klonen Hinweise darauf, dass Häufigkeit und oder Stärke der atmosphärischen Erscheinungen an sich in den letzten Jahren zugenommen hätten.

- Fazit: Extremwetter hat nicht zugenommen; Modelle geben keine Hinweise auf zukünftige Zunahme; Aktivisten und Politiker werden beides weiter behaupten.

So auch IPCC 2007:

Im Summary for Policymakers des Berichts 2007 Bd. 1, S. 8 wird festgehalten: Mehr als 60% Wahrscheinlichkeit, das Extremereignisse im Trend zunehmen. Mehr als 50%, dass zu diesem Trend Menschen beigetragen haben. Und 60 bis 90%, dass diese Trends im 21. Jahrhundert zunehmen.



**Bild 11**

*Altern ohne Grenze: Die Rekordlebenserwartung der Frauen (Symbole auf der Geraden) steigt ohne Limit. Die Länder, die Spitzenwerte erreichen, wechseln sich ab. Doch der Anstieg ist konstant: etwa zweieinhalb zusätzliche Lebensjahre pro Jahrzehnt. In Deutschland liegen die Werte der Lebenserwartung der Frauen niedriger, steigen aber schnell.*

## 8.4 Fakten, Angst Ministerworte

Umweltminister Trittin stellte fest, dass die extremen Wetterereignisse in Mitteleuropa zwischen dem 9. und 14. August 2002 die konsequente Quittung der Natur für die seit hundert Jahren betriebene Industrialisierung sei. Solche liberale, globale, kapitalistische Wirtschaftspolitik werde in eine Klimakatastrophe führen, für welche prognostische Vermutung das Elbehochwasser August 2002 als Beweis dienen möge. Das ist Angstmake, ideologisch folgerichtig, aber wissenschaftlich falsch.

Die Folgen der Industrialisierung sind vielfältige - gute und böse. Seit 1850 wuchs die Weltbevölkerung enorm an, allein seit 1928 bis heute von 2 auf 6,9 Milliarden. Ist das gut? Ist das böse? Die steigende Lebenserwartung (best performance life expectancy) der Frauen in den Industrieländern ist eine wissenschaftlich belegte Quittung für die positiven Folgen der Industrialisierung (Oepen, Vaupel (115)): Seit 160 Jahren stieg sie von 45 auf 85 Jahre, konstant um 2,5 Monate pro Jahr. Das ist eine großartige, nachhaltige Leistung der Menschheit! Vgl. Bild 11. Eine Quittung für anderthalbe Jahrhunderte Bemühungen um menschliche Wohlfahrt in den Industrieländern! Und dies trotz aller tatsächlichen (Kriege, Bevölkerungszunahme, Drogen, Aids) und vermeintlichen (Waldsterben, Chlorchemie, Dioxin, BSE, Atomtechnik, Kunststoffe, Pesticide) Katastrophen. Wir werden älter und immer äl-

ter, und wir alle sollten uns freuen über die geschenkte Zeit.

In der Öffentlichkeit ist jedoch fast nur die Finanzierung des Renten- und Gesundheitssystems das Thema. Kaum einer freut sich über unser längeres, gesünderes Leben, alle stöhnen über die derzeit unlösbare Finanzproblematik, obwohl das alles doch viel klarer vorhersehbar war und ist als das Klima. In Medien und Talkshows hört man die Feststellung „viele Menschen haben Existenzangst“, oder die Frage „wieviel Angst müssen wir haben?“. Und konkret: „Haben Sie Angst vor einer Klimaänderung?“ Oder die symptomatische Medienschlagzeile „Bleibt die Katastrophe aus?“

Umweltpolitik wird bedauerlicherweise oft mit der Angst vor Katastrophen gemacht, siehe Kap. 4. Angst und Furcht sind unserem Bewusstsein aus Jahrtausenden Menschheitsgeschichte eingeprägte Leben erhaltende Gefühle, die im Übermaß lebensbedrohend sind. Angst ist das diffuse Gefühl der allgemeinen Bedrohung unseres Lebens in dieser unsicheren Welt; Furcht ist das Gefühl gegenüber einer identifizierbaren Gefährdung. Wer von Angst besessen ist, der entwickelt eine Süchtigkeit, eine Gier nach Furcht, in der ihm viele Dinge von Medien, Kirchen, NGOs und Politik als Furchtobjekt verkauft werden können, u.a. auch die von Menschen gemachte Klimakatastrophe. Die Maßnahmen zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland vermitteln offensichtlich das positive furchtmindernde Gefühl, einer

identifizierten Gefährdung entgegenzutreten. Doch sind sowohl die Gefährdung als auch die Wirksamkeit der Maßnahmen unsicher und bezweifelbar.

In Bezug auf die vertretungsweise Dingfestmachung (Proxy) des anthropogenen Klimawandels durch das Auftreten von Extremereignissen muss die Klimawissenschaft - bleibt sie seriös - die Politiker enttäuschen. Der Rückblick in die Vergangenheit (97, 93, 91) zeigt, dass extremes Wetter sich in Mitteleuropa in jeder Klimaphase der letzten tausend Jahre ereignete. Sowohl im warmen mittelalterlichen Optimum, als auch in der kalten Kleinen Eiszeit traten sowohl enorme Starkregen mit fürchterlichen Hochwassern, als auch heiße Dürreperioden mit verheerenden Trockenheiten auf. Aus solcher Beobachtung der Vergangenheit ist eine Änderung der Häufigkeitsverteilung von Wetterparametern in einem wärmeren Klima nicht ableitbar. Bleibt also die Modellierung mit ihren großen Schwächen und unendlichen Problemen. Das Modellieren regionaler Klimata (10 x 10 km) ist mit besonderen Schwierigkeiten verbunden; die Ergebnisse werden trotzdem von Ministern, Politikern und Aktivisten medial verwendet wegen der modellierten katastrophalen Zukünfte.

Wir müssen uns bemühen, den anthropogenen CO<sub>2</sub>-Effekt nicht über wärmehaltende Modellierungen, sondern durch direkte einwandfreie Messungen zu belegen. Dahrendorf sagt in seinen Lebenserinnerungen: „Wir leben

in einer Welt der Ungewissheit. Niemand weiß genau, was wahr und was gut ist. Darum müssen wir immer neue und bessere Antworten suchen. Das geht aber nur, wenn Versuch und Irrtum erlaubt, ja, ermutigt werden, also in einer offenen Gesellschaft (Popper), die wenn nötig verteidigt und jederzeit weiter entwickelt werden muss.“ Und beachten wir bitte die Worte eines weisen Menschen: Homo “sapiens”, das ist eine Hoffnung, keinesfalls eine heute schon zutreffende Charakterisierung für uns.

Zurück in`s Mittelalter, Januar 1362, Nordfriesland. Während mehrerer Tage andauernden Nordweststürmen und extrem hohen Wasserständen ereignete sich “die Grote Mantränke” mit Tausenden von Toten, riesigen Landverlusten und dem Untergang der Stadt Rungholt. Die Gründe dafür sind nun gut bekannt, u. a. der Meeresspiegelanstieg, vgl. S. 54. Der Mythos will es besser wissen:

Es war die Strafe Gottes für die durch Handel und Ausbeutung von Rohstoffen reichen, sittlich verkommenen Bewohner Rungholts.

## 9 Klimawandel war immer. Vor 100, 1000, 10.000 Jahren

### 9.1 Klimawandel seit 10.000 Jahren am Beispiel der alpinen Gletscher

Im Alpenvereinsjahrbuch 2005 deuten alpinistisch interessierte Umweltschützer (1) aus ihrer Sicht das von IPCC (2) vermittelte Wissen über das Klima. Danach war es seit tausend Jahren mehr oder weniger angenehm und konstant. Erst mit der Industrialisierung vor hundert bis zweihundert Jahren sei ein sich immer mehr beschleunigender Wandel des Klimas zu beobachten. Heutige Extremwetterereignisse (Hitze, Stürme, Überflutungen) werden auf den Klimawandel zurückgeführt. Die schmelzenden Alpengletscher sind das Fieberthermometer. Das Ewige Eis schmilzt dahin. Es wird immer wärmer. Die rasante Klimaänderung spitzt sich exponentiell zu.

Die weiteren Prognosen sind katastrophal, die Wetterextreme werden zunehmen. Das seien die Folgen des Energierauschs der Industrienationen, die fatalen Wirkungen der Zivilisation. Das „Erhabene“, das „Ewige“, die „reine Natur“, das sei zutiefst verletzlich und zerstörbar geworden. Nun drohe das menschenverursachte Ende der alpinen Gletscherschönheiten. Die Pyromanenwelt der geldgierigen Energie- und Industriekonzerne im Verein mit kurzfristig denkenden Politikern verursahe in verantwortungsloser Weise den Klimawandel. Die Klimaänderung sei kein Naturgesetz, sondern industriell verursacht. Staaten und Konzerne investieren Billionen in ein veraltetes Energiesystem, das unsere

Atmosphäre zerstöre; sie führen Kriege um Öl und verölen die Ozeane.

Noch im Alpenvereinsjahrbuch 2000 wurde eine nicht so überhitzte Darstellung des alpinen Klimawandels durch den Wiener Meteorologen Böhm (22) geboten. Der Innsbrucker Glaciologe Patzelt berichtete anderenorts (23)(24)(41) über die Gletscherstände in den Alpen im Verlauf der letzten 10.000 Jahre, als die Gletscher mehrmals kleiner und die Temperaturen höher als heute waren. Die Gletscherstände am Ende der Kleinen Eiszeit (1850) waren extrem, wenn man den Gesamtzeitraum der Nacheiszeit (Holozän) betrachtet; der Alpenraum war seit dem Rückschmelzen der eiszeitlichen Gletscher über längere Zeit größtenteils eisfrei. Dafür finden Biologen und Geologen nun immer mehr deutliche, eindeutige Belege, neben denen, die man am Tisenjoch (Ötzi) und Schnidejoch (Wildhorn) nach Ausaperung vorfand, wie auch am Aletsch und an der Pasterze. Gletscher sind ein dynamisches Naturphänomen, immer in Bewegung, keinesfalls ewig; mitunter wenig erhaben wenn im Herbst ausgeapert, schuttbedeckt, dreckig.

Furrer (44) stellte fest: „Während 10.000 Jahren erreichten sämtliche Gletschervorstöße in den Westalpen höchstens das Ausmaß des letzten Vorstoßes von 1850“. In der holozänen Nacheiszeit gab es verschiedene Klimagunstphasen mit minimaler Stirnlage der Gletscher: Erstes postglaciales Klimaoptimum, 9000 bis 6000 Jahre

vor heute; zweites postglaciales Klimaoptimum, um 4000 Jahre vor heute; Optima zur Bronze- und Römerzeit; Optimum im Mittelalter um 1100 Jahre vor heute (900 AD). Siehe Bild 2, S. 5.

„Die Zeugen der echten, absoluten Minimalstände, besonders die von Gletschern überfahrenen Bäume liegen noch unter Eis. Daher sind wir über tatsächliche Enteisungen während der Klimagunstphasen nicht unterrichtet. Andauer und/oder Auswirkungen der heutigen Klimagunstphase, die nach der kleinen Eiszeit einsetzte, haben die Wirkungen früherer (holozäner) Warmphasen noch nicht überboten. Möge diese Erkenntnis in die Beurteilung der Gegenwart Eingang finden“, so Furrer (44).

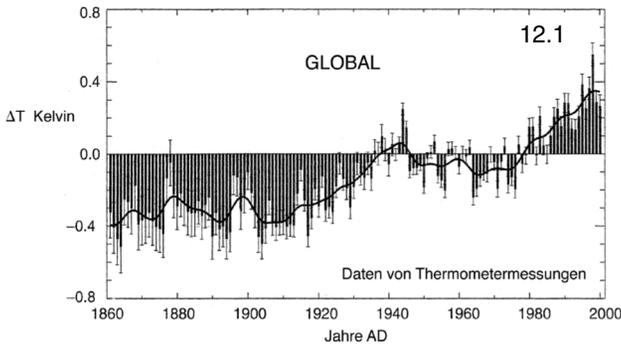
Frenzel (45) betrachtet die bemerkenswert schnellen Klimaschwankungen im Holozän, unter denen eine Abkühlung um 3600 Jahre vor heute und die deutliche, schnelle Erwärmung des „Mittelalterlichen Klimaoptimums“ Hinweise auf Schnelligkeit und Ausmaß des natürlichen, warmzeitlichen Klimawandels geben könnten. Von diesem Blickwinkel aus drängt sich die Frage auf, „ob nicht die Vorstellungen über Ausmaß, Geschwindigkeit und Gefahren des anthropogenen Treibhauseffekts, der in der Zukunft schon recht bald wirksam werden soll, stark übertrieben sind“, so Frenzel (45).

Eine neue Studie von Huss et al. (145) über die seit mehr als 100 Jahren gut beobachteten schweizer Gletscher fand dass etwa die Hälfte des Eisverlusts der natürlichen Klimavariabilität

geschuldet sei, was wahrscheinlich für die Gletscher weltweit zutrifft. Die anthropogene Erwärmung habe den Rest der Gletscherschmelzen bewirkt. Es sei eine weit verbreitete falsche simplistische Idee, dass der Gletscherrückgang eine alleinige Folge der höheren Lufttemperaturen sei. Im Fall der Schweiz spielt die Atlantische Multidekale Oszillation mit, die von Änderungen der Meeresströmung angetrieben wird (vgl. Kasten 8).

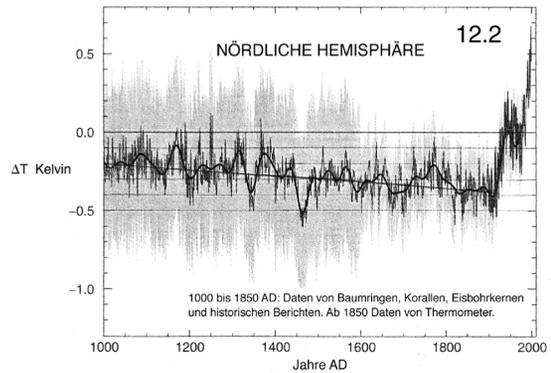
IPCC 2007, Bd. 2, Kap. 10.6.2, S. 493, berichtete auf Basis unqualifizierter, unakzeptabler Quellen über die Himalaya Gletscher, wonach sie bis 2035 mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit verschwinden würden. Das war ein Zahlendreher, es sollte 235 heissen. Obwohl darauf aufmerksam gemacht rutschte der Fehler durch die Korrektur (Er passte in die ideologische Linie?). Bagla(154) zitiert Shroder: IPCC got it horribly wrong. Und weiter Alford: The river Ganges results primarily from monsoon rainfall; glacier melt contributes only 3 to 4% of the Ganges` annual flow(Kumar). Ähnlich sind die Abflussverhältnisse bei Rhein, Rhone, Po und Donau.

Im August 2010 schreibt Jürg Meyer im DAV-Panorama-Spezial über den Klimawandel (169):”Für die Alpen prognostizieren Wissenschaftler bis 2100 eine zusätzliche Erwärmung von 3 bis 5 Grad. Es tut weh, die stolzen Eisströme so jämmerlich dahinschmelzen zu sehen, zu erleben, wie aus gleißenden Firnflanken schmutzig graubraune, brüchige Felsschutthänge wer-



**Bild 12.1**

*Globale Temperaturänderungen an der Oberfläche 1860 bis 2000. Vertikale Balken: Jährliches Mittel. Schwarze Linie: Dekadisches gleitendes Mittel. Aus IPCC 2001, Bd. 1, S. 134.*



**Bild 12.2**

*Nordhemisphärische Temperaturänderungen an der Oberfläche AD 1000 bis 2000. Das ist der Hockey-Stick. Aus IPCC 2001, Bd. 1, S. 134.*

den. ...Das große Schmelzen wird sich definitiv verstärken. Daran können höchstens andere Katastrophen wie ein Asteroideneinschlag, gigantische Vulkanausbrüche oder ein globaler Atomkrieg etwas ändern. ...Die sommerlichen Hochalpen werden zu einem unansehnlichen Schuttgebirge verkommen. ... Eine Studie errechnet für 2020 allein für Europa klimabedingte Schadenkosten von rund 1000 Milliarden Euro jährlich.“

## 9.2 Klimawandel von AD 1000 bis 1900. Gab's Wandel vor 1900?

Die etablierte Klimatologie hat mit dem Bericht des IPCC 2001 die Basis für die Auffassung geliefert, dass das Klima seit dem Mittelalter konstant sei und seit 150 Jahren zunehmend von menschlichen Aktivitäten beeinflusst würde. Maßgebend dafür war die Temperatur-Rekonstruktion von Michael E. Mann (3), wie sie in Bild 1b des Be-

richts des IPCC 2001 auf S. 3, (hier Bild 12.2, S.52) dargestellt ist: Vom Jahr 1000 bis 1900 leicht fallende Werte ohne erkennbares mittelalterliches Optimum oder erkennbare Kleine Eiszeit. Dann aber ab 1900 bis 2000 ein gewaltiger Anstieg von  $0,6 \pm 0,2$  °C, eine Anomalität.

Insgesamt eine Kurve wie ein **Hockey-Stock**, die von Klima-Aktivisten (1)(9)(12) gerne bei ihren propagandistischen Aktivitäten benutzt wird: Seit 1000 Jahren sei es noch nie so warm wie 1990 bis 2001; die Geschwindigkeit dieses Klimawandels sei einzigartig seit einem Jahrtausend; Ursache sei die CO<sub>2</sub>-Emission der Menschheit.

Obwohl die Mann'sche Rekonstruktion (3) nach ihrer Veröffentlichung von verschiedenen Forschern in Zweifel gezogen wurde (6)(7)(8)(10), verwendete IPCC den Hockeystick von Mann, weil der Temperaturanstieg seit AD 1900 sich so deutlich abzeichnete und die

Vermutung der anthropogenen Verursachung zwanglos nahe legt. Die Zweifel verschiedener Forscher bezogen sich auf die geringe natürliche Variabilität der Mann-Rekonstruktion über 900 Jahre, wovon sich die Anomalität seit AD 1900, also seit der Industrialisierung, als fast schon katastrophal abhob.

Doch dieser Hockeystick ist ein Artefakt aus irrtümlichen Vergleichen, ungerechtfertigten Auslassungen und Extrapolationen von Daten, Hinzuziehung von veralteten Daten, Fehlern der geographischen Lokalisierung und weiteren Qualitätsmängeln (8). Eine andere Auswertung der bis Mitte 2002 vorliegenden Datensätze von rekonstruierten Temperaturen lieferte die heftig umstrittene Aussage, dass das 20. Jahrhundert wahrscheinlich nicht die wärmste und nicht die extremste Klimaperiode des letzten Jahrtausends gewesen ist (10). Schrader stellte im Juli 2004 in der SZ (11) heraus, dass eine zentrale These zur globalen Erwärmung auf mangelhaften Daten beruhen könnte; gemeint war der Mann'sche Hockeystick (3). Im Oktober 2004 wurde die Methodik der Mann'schen Rekonstruktion durch eine Forschergruppe um Hans von Storch (4) kritisiert. Die Variabilität der tatsächlichen (nicht bekannten) Temperatur könnte demnach durch die von Mann angewendete Regressionsmethode um wenigstens den Faktor 2 unterschätzt worden sein. Damit resultiert dann nicht mehr der Mann'sche Hockeystick für die Temperaturkurve des letzten

Jahrtausends; die natürliche Variabilität ist wesentlich größer als sie Mann (3) rekonstruierte. Er versuchte "Normalität" herzustellen mit Hilfe eigenwilliger Beschaffung und Deutung von Proxidaten, was von IPCC begierig aufgegriffen wurde.

In einem Interview (5) erläuterte von Storch: „Zweifel an der Kurve von Mann gab es immer. Was in der Zusammenfassung des Berichts des IPCC 2001 (S. 3, Summary for Policymakers) steht, ist nicht das Ergebnis einer strikt wissenschaftlichen Diskussion. Politische Einflüsse kommen zum Tragen, und es spielt durchaus auch eine Rolle, wie nachdrücklich ein Wissenschaftler seine Ansichten vertritt, was gerade bei Mann der Fall ist“. Und mit Blick auf die scientific community meinte von Storch: „Einige Kollegen sind erleichtert, weil die Debatte, wie stark das Klima in historischen Zeiten geschwankt hat, wieder offener geführt werden kann. Gerade auch die Trennung zwischen natürlichen und menschgemachten Schwankungen ist hiervon betroffen.“ [Journalistische Darstellungen dieser Problematik brachten Rauchhaupt (19), Crok (25) und Bartels-Rausch (26)]. Mangini et al. (39) wiesen mit Hilfe eines Stalagmiten (aus der Spannaglhöhle, Zillertaler Alpen, 2347 m) nach, dass die Temperaturen während der Mittelalterlichen Wärmeperiode (800 bis 1300 AD) um bis zu 1,7 °C höher als in der Kleinen Eiszeit (1600 bis 1850) und ähnlich den heutigen Temperaturen waren.

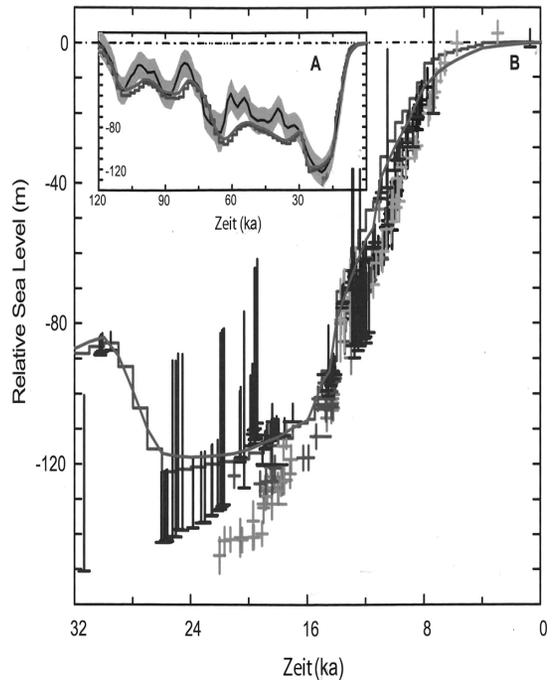
Osborn und Briffa (48) erkennen aus den Proxidaten der Nordhemisphäre die mittelalterliche Warmzeit von 890 bis 1170 AD und die Kleine Eiszeit von 1580 bis 1850 AD. Doch sei das räumliche Ausmaß und die Größe der jetzigen instrumentell gemessenen globalen Erwärmung bedeutsamer als während des Mittelalters.

IPCC versuchte, die Zeit vor AD 1750 (before industrialization) als die Normalität des Klimas der holozänen Warmzeit zu etablieren. Mann (3) bemühte sich, den Nachweis zu führen. Das ging schief. Darüber berichten auch Singer und Avery (173) und fügen an: Der Peer-Review funktioniert nicht, wenn politische Absichten (IPCC) ihn unwirksam werden lassen.

Man lese hierzu die sorgfältigen Recherchen von Pfister (97) und Glaser (93) über das mitteleuropäische Klima in der Zeit 1000 bis 1900 AD in Mitteleuropa.

Fazit:

Es stimmt nicht, dass das Klima seit tausend Jahren fast konstant war, und es erst seit 100 oder 50 Jahren wegen des anthropogenen Kohlendioxids unnatürlich warm wird mit Zunahme der extremen Wetterereignisse. Seit 1998 bis 2008 sank die Globaltemperatur bei gesteigerter CO<sub>2</sub>-Konzentration, vgl. Titelbild.



Veränderung des Meeresspiegels seit 120.000 beziehungsweise 32.000 Jahren in Meter. Nach verschiedenen Methoden bestimmt. - Aus IPCC 2007 Bd. 1 S. 458, Fig. 6.8.

### 9.3 Klimawandel von AD 1900 bis 2000. Sonne? Menschheit? Oder was?

Über das 20. Jahrhundert haben die Meteorologen eine Erhöhung der globalen Temperatur um ca. 0,6 °C mit Thermometern, siehe Kasten 2 und Bild 1, gemessen. Warum ist die Globaltemperatur angestiegen? Alpiniistisch interessierte Klimaaktivisten (12) geben folgende Deutung: Die Gletscher schwinden weltweit. „Diese Veränderungen gelten heute als klar erkennbares und letztlich auch gut verständliches Zeichen der globalen Klimaänderung. Aus historischen Gründen sind die Massenverluste der Alpengletscher besonders gut dokumentiert. Geschwindigkeit und Beschleunigungstendenzen dieses Massenverlustes können mit vorindustriellen Entwicklungen aber auch mit dem geschätzten Einfluss des Menschen auf den Treibhauseffekt verglichen werden. Entsprechende Analysen deuten darauf hin, dass letzterer zur Zeit zu dominieren beginnt.“ Vgl. dazu (35).

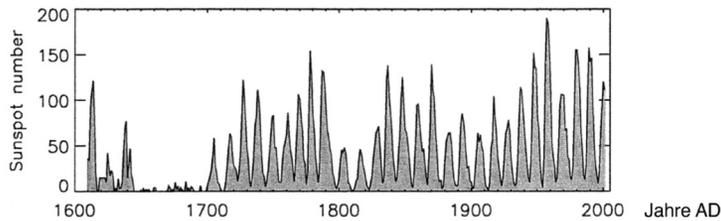
Hier wird also der berechnete anthropogene Treibhauseffekt als dominierender Klimafaktor der letzten Dekaden herausgestellt. Früher waren auch vorindustrielle Entwicklungen an der globalen Klimaänderung beteiligt (mit „vorindustriell“ ist vermutlich „natürlich“ gemeint). Nun beherrsche der Mensch bzw. die Industrie mit ihren Emissionen von Kohlendioxid die Entwicklung. Diese Meinung basiert auf den Aussagen der etablierten Klimato-

logie [IPCC 2001 (2)], die andere Klimafaktoren zwar benennt, aber schlussendlich das anthropogene CO<sub>2</sub> als Verursacher darstellt.

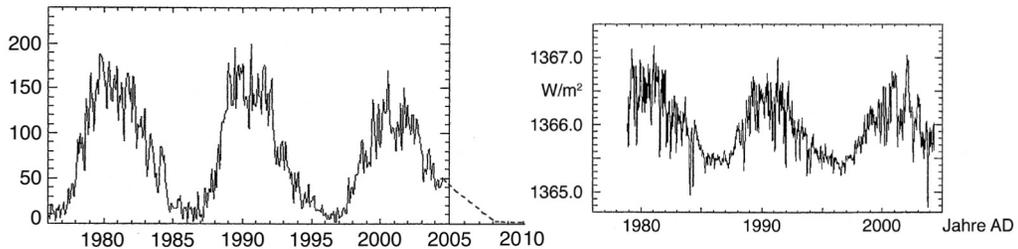
Das Umweltbundesamt (20) veröffentlichte am 19.8.2002 seine Meinung zu „Sonne und Klima“: Die Aktivität der Sonne spielt eine ernsthafte Rolle im klimatischen Geschehen auf der Erde, was allerdings das Einwirken anderer Faktoren in keiner Weise ausschließt. Es gibt deutliche Hinweise darauf, dass die Kaltphase der Kleinen Eiszeit in erheblichem Umfang von der Sonnenaktivität mitgeprägt war. Die Klimaänderung der letzten 20 bis 30 Jahre kann aber nur zu geringem Umfang auf Einflüsse der Sonne zurückgeführt werden.

Fast ein Jahr später erschien eine Stellungnahme zum gleichen Thema mit der deutlichen Schlussfolgerung „Die Sonne spielt nur eine untergeordnete Rolle“. Verfasser waren Solanki, Ohmura, Latif, Rahmstorf, Schönwiese, Beer und Fröhlich, 7.7.2003 (21): Es gibt zur Zeit keine glaubwürdigen Hinweise, welche die im wissenschaftlich breit abgestützten Bericht des IPCC 2001 gemachte Aussage, die Erwärmung der letzten Jahrzehnte sei überwiegend vom Menschen verursacht, in Frage stellen.

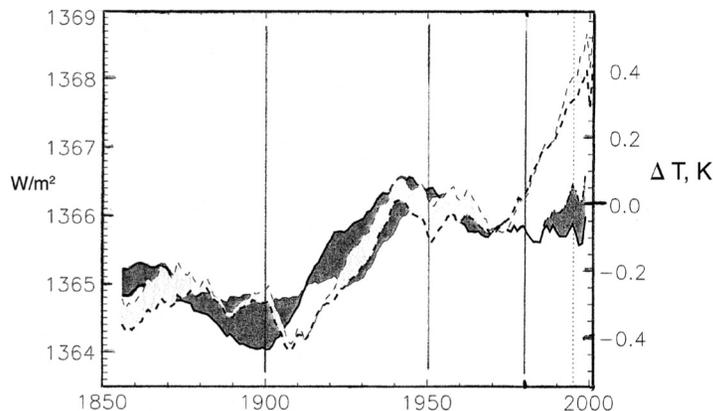
Der Klima-Forscher/Aktivist Latif (16) meint, dass die natürlichen Veränderungen, vor allem in der 1. Hälfte des 20. Jahrhunderts eine wichtige Rolle spielten, während danach der Einfluss des Menschen der entscheidende Fak-



Anzahl der Sonnenflecken im Jahresmittel, die seit der Erfindung des Teleskops aufgezeichnet wurden. Der Sonnenfleckenzyklus ist deutlich zu sehen. Der Zeitraum in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts, als die Sonne praktisch frei von Sonnenflecken war, wird als Maunder-Minimum bezeichnet. Das derzeitige Minimum des Zyklus 23 dauert ungewöhnlich lange.



Links: Zahl der Sonnenflecken nach monatlicher Glättung. Die letzten 5 Jahre ergänzt. Rechts: Solare Bestrahlungsstärke (Solarkonstante) ebenfalls monatlich geglättet.



Verlauf von zwei Rekonstruktionen der totalen solaren Irradiance (in  $\text{W/m}^2$ ), kombiniert mit Messungen (soweit verfügbar) über die letzten ca. 150 Jahre (sie umranden den dunklen Bereich), sowie von zwei Klimateaufzeichnungen (in Kelvin; sie umranden den weißen Bereich). Der Rückgang der Temperaturen zwischen 1940 und 1975 ist heute kein mediales Thema. Zur Erinnerung ist im Kasten 16 ein Bericht von Peter Gwynne über die „Abkühlung der Welt“, Newsweek, 28.4.1975, S. 64, nachgedruckt.

### Bild 13

Verlauf der Zahl der Sonnenflecken seit 1600 (oben), Sonnenfleckenanzahl und solare Beleuchtungsstärke seit 1978 (mitte) und Vergleich solare Irradianz (Solarkonstante) mit globaler und nordhemisphärischer Temperatur (unten). Nach Solanki (27).

tor für die globale Erwärmung ist. Solanki et al. (15) haben die Sonnenaktivität über die vergangenen 11.000 Jahre rekonstruiert. Demnach ist sie während der letzten 70 Jahre besonders hoch wie seit 8000 Jahren nicht mehr. Die Seltenheit dieser derzeitigen Episode könnte als ein Indiz dafür genommen werden, dass die Sonne zum ungewöhnlichen Ausmaß der Klimaänderung im 20. Jahrhundert beigetragen hat. Selbst unter der extremen Annahme, dass die Sonne für die gesamte globale Erwärmung vor 1970 verantwortlich gewesen wäre, ergäbe sich für die Zeit nach 1970 nur ein maximal 30 %iger Anteil, der auf die Sonne zurückgeführt werden könne. Solanki (27) stellt fest, dass die solare Strahlungsintensität vor 1980 ungefähr parallel zur Erdtemperatur verlief, siehe Bild 13 unten (S. 56). „Dies lässt einen kausalen Zusammenhang zwischen beiden Größen zu und unterstützt die Ansicht, dass die Sonne einen wichtigen, möglicherweise dominierenden Einfluss auf unser Klima in der nahen Vergangenheit hatte. Ein Beweis dafür ist es jedoch nicht. Nach 1980 zeigt die Erdtemperatur einen bemerkenswert steilen Anstieg, während sich die Helligkeit der Sonne kaum ändert; somit kann die Sonne nicht die dominante Quelle für diesen letzten Anstieg sein.“ In einem Interview (Geo 10/2004, S. 193) meint Solanki: „Die Sonne kann nicht für die globale Erwärmung seit etwa 1970 verantwortlich gemacht werden. Die naheliegendste Ursache für den augenblicklich starken Anstieg der Erdtemperatur ist damit wohl tat-

sächlich der Treibhauseffekt“. Man muss sich also fragen, ob es seit 1970 außer der Veränderung des modellierten, menschengemachten Treibhauseffekts, vor allem dem des Kohlendioxids, nicht doch auch noch andere Ursachen für die globale Temperaturerhöhung gibt. Haben wir alle anderen möglichen Ursachen abgeklärt? Das IPCC 2001 (2) nennt vierzehn Klimafaktoren, die das Globalklima beeinflussen. Das wissenschaftliche Verständnis dafür ist enorm unterschiedlich. Die Modellrechnungen im IPCC Bericht 2007 für das anthropogene CO<sub>2</sub> schreiben ihm eine Wirkung von 1,6 W/m<sup>2</sup> zu bei höchstem wissenschaftlichen Verständnis. Das ist derzeitiges konsensuales Wissen der etablierten Klimatologie. Doch Konsensus begründet keine gesicherte Erkenntnis. Der Konsens der IPCC-Experten drückt sich u.a. im Bild 15 (S. 66) aus: Das Klima wird vom CO<sub>2</sub> beherrscht, das sei gut verstanden, es sei Hauptdarsteller. Albedo, Kondensstreifen, Aerosole und vom Luftverkehr ausgelöste Cirruswolken spielen dort eine Nebenrolle.

Aber ist das in Anbetracht unseres derzeitigen Stands der Kenntnisse glaubwürdig?

Die atmosphärische, langwellige Gegenstrahlung aller infrarotaktiven Bestandteile unserer Luft (H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, Aerosole, Wolken) wurde am Boden mit 343 W/m<sup>2</sup> ± 15 bis 20 W/m<sup>2</sup>, global für die Zeit 1991 bis 1995, gemessen während des Interna-

tional Satellite Cloud Climatology Project, ausgewertet von Raschke et al. (46). In der nur mit geringer Genauigkeit ( $\pm 15 \text{ W/m}^2$ ) messbaren Gegenstrahlung steckt auch der mit Hypothesen des Strahlungstransfers berechnete anthropogene Treibhauseffekt (für  $\text{CO}_2$   $1,6 \text{ W/m}^2$ ; insges.  $2,4 \pm 0,3 \text{ W/m}^2$ ) drin. Die Fragen nach anderen Veränderungen innerhalb der atmosphärischen Gegenstrahlung oder nach Veränderungen der solaren Einstrahlung sind berechtigt. Auf die quantifizierten Antworten darf man gespannt sein.

Fazit: Bis 1970 könnte die Sonne der wesentliche Faktor der globalen Temperaturänderung seit 1850 gewesen sein.

#### 9.4 Klimawandel von AD 1970 bis 2010. – $\text{CO}_2$ oder was?

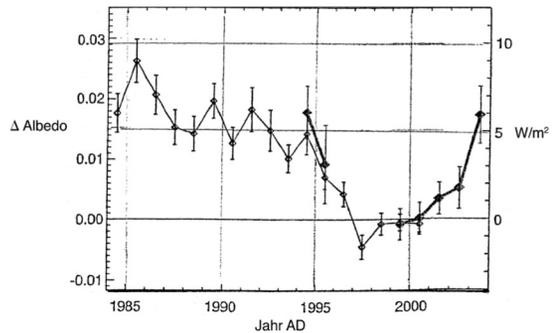
Korrelation ist kein Beweis für Ursächlichkeit in einem multivariablen System wie dem Klima. Immerhin könnte eine gute Korrelation die Wahrscheinlichkeit ursächlicher Verknüpfungen plausibel machen und erhöhen. Bei vierzehn (oder mehr) Klimafaktoren, die auf die Globaltemperatur einwirken, ist es schwierig, einen einzelnen Faktor als den wesentlichen oder gar allein entscheidenden zu isolieren. Es sei denn, man verfolgt eine Absicht im nicht-wissenschaftlichen, politischen Raum (Kyoto-Protokoll), wie Latif (9)(16). Die Menschheit ist auf 6,9 Mrd. angewachsen. Es ist wahrscheinlich, dass unser Leben im Öko-

system Erde Rückwirkungen auf dieses Gesamtsystem aufweist. Das anthropogene Kohlendioxid hat infolge seiner Infrarotaktivität sicher eine Rückwirkung. Die Frage ist, wie groß sie ist und wie klein alle anderen Einflüsse sind, damit der anthropogene Treibhauseffekt des  $\text{CO}_2$  auf die Globaltemperatur zu dominieren beginnt, wie Umweltschützer (12) nun glauben. Neben Sonne und Treibhausgasen sind wesentliche andere Faktoren beim Klima wichtig. Fiedler (28) stellt fest: Die bis heute entwickelten Klimamodelle sind nicht geeignet, die mit dem Wasserkreislauf verknüpften Energietransporte (Die Abschätzungen des globalen Niederschlags liegen zwischen 966 bis 1041 mm/a; diese Bandbreite entspricht  $6 \text{ W/m}^2$  bei Verdampfung an der Oberfläche.) hinreichend genau zu spezifizieren, was zu beträchtlichen Unsicherheiten bei der Abschätzung des menschlichen Einflusses auf das Klima führt. – Heintzenberg (29) weist nach: Die vor 1990 recht klaren Vorstellungen über die Wirkung des modellierten anthropogenen Treibhauseffekts wurden durch die Erkenntnisse über Aerosole erheblich getrübt. Diese natürlichen und anthropogenen Partikel beeinflussen die hoch klimawirksamen Wolken in ihren Strahlungseigenschaften und Niederschlagsprozessen. Klimaprojektionen in die nähere Zukunft sind daher mit größeren Unsicherheiten belastet (modelliert 0 bis  $4 \text{ W/m}^2$ ) als aus den IPCC-Berichten hervorgeht. – Einen bisher wenig beachteten Klimafaktor benennt Volz (30): Das windabhängige Wärmeabstrah-

lungsvermögen (Infrarotemissivität) der Ozeane, das den Einfluss der Veränderungen der Sonnenaktivität verstärkt. Der Emissivitätsunterschied für eine Meerwasserfläche zwischen Windstärke null und sieben beträgt in erster Näherung  $11 \text{ W/m}^2$  (globale Wirkung im Klimasystem  $5 \text{ W/m}^2$ ). Volz (30) betrachtet es als entscheidendes Manko heutiger Klimamodelle, dass der dominierende Einfluss der windabhängigen Meerwasseremissivität nicht berücksichtigt wird.

Schaut man in den Himmel, dann zeichnet sich dort bei geeigneten Wetterlagen eine Folge menschlicher Aktivitäten ab, nämlich die wässrig-eisigen Kondensstreifen aus den Triebwerken der Flugzeuge, eine sichtbare Auswirkung des Wasserstoffgehalts des Treibstoffes Kerosin, nicht seines Kohlenstoffgehalts. Minnis et al. (13) untersuchten die Auswirkung von Kondensstreifen über den USA auf den Trend der Bedeckung mit Cirruswolken und auf das Klima. Ergebnis: Mit einem Klimamodell berechneten sie für die USA eine troposphärische Erwärmung für das letzte Drittel des 20. Jahrhunderts von  $0,2$  bis  $0,3 \text{ °C}$  pro Dekade, welcher Bereich den gemessenen Temperaturanstieg am Boden von  $0,27 \text{ °C}$  pro Dekade zwischen 1975 und 1994 einschließt. Wohlgermerkt für die USA; das Ergebnis sollte nicht auf andere Regionen mit Kondensstreifen am Himmel extrapoliert werden.

Die kurzwellige Sonnenstrahlung wird vom Ökosystem Erde nur zu etwa  $71 \%$



**Bild 14**  
 Aus Pallé et al. (14), Änderung Globale Albedo 1984 bis 2004. Von 1984 bis 2000 ca.  $6 \text{ W/m}^2$  Änderung in 15 Jahren, oder etwa  $0,37 \text{ W/m}^2\text{-a}$ . Ist diese enorme Variabilität natürlich? Anthropogen? - Genauigkeit?

absorbiert und in Wärme umgewandelt. Etwa  $29 \%$  werden in der Atmosphäre (Wolken, Aerosole) und vom Boden (Schnee) reflektiert (Kasten 3, Pkt. 3). Das ist ein Durchschnittswert der Reflektivität (Albedo) der Erde. Sie wird mit Klimamodellen für die Vergangenheit und Zukunft berechnet. Pallé et al. (14) haben über einen nicht unkomplizierten Weg Proxi-Daten der Reflektivität unseres Planeten von 1984 bis 2004 ermittelt. Sie stellen zwischen 1984 und 2000 einen Rückgang der Reflektivität um relativ  $2 \%$  fest, was einer Zunahme der Absorption von kurzwelliger Sonnenstrahlung durch das System Atmosphäre/Erdoberfläche um  $6 \text{ W/m}^2$  entspricht (siehe Bild 14). Das ist klimatologisch sehr signifikant und impliziert wesentliche wolken- bzw. aerosolbedingte Änderungen im Strahlungsbudget der Erde, die mit der großen troposphärischen Erwärmung der letzten Dekaden konsistent sind. Seit 2001 habe sich der Trend gedreht, was umstritten ist (34). Messungen der solaren Einstrahlung am Boden von Wild et al. (31)

und von Pinker et al. (32) bestätigen grosso modo die von Pallé et al. (14) festgestellten Albedo-Veränderungen von 1985 bis 2000. Zur Bedeutung und Zuverlässigkeit der Aussagen zur Albedo siehe Charlson et al. (33).

Kombiniert man die Aussagen von Solanki und Pallé, dann ist die globale Erwärmung im 20. Jahrhundert ohne Rückgriff auf anthropogene Treibhausgase so erklärbar: Von 1900 bis 1980 durch die Korrelation der Temperatur mit der Sonnenhelligkeit, Bild 13 unten, S. 56. Von 1980 bis 2000 durch die Korrelation der troposphärischen Temperatur mit der Reflektivität, Bild 14, S. 59. Das ist eine provozierend lineare, CO<sub>2</sub>-freie, nur zwei Klimafaktoren umfassende Argumentation, und auch wieder nur eine Korrelation, also kein Beweis. Die etablierte Klimatologie rechnet mit einem modellierten Treibhauseffekt des anthropogenen CO<sub>2</sub> seit 1750 bis 2000 von 1,4 W/m<sup>2</sup>, Bild 15, S. 66. Die wesentlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen der Menschheit fanden seit 1950 statt; man kann die 1,4 W/m<sup>2</sup> auf diese Zeit beziehen und kommt zu einer jährlichen Änderung der CO<sub>2</sub>-Wirkung von 0,028, aufgerundet 0,03 W/m<sup>2</sup>·a, erwärmend. Die Änderung der Reflektivität beträgt dagegen von 1984 bis 2000, also in 16 Jahren, 6 W/m<sup>2</sup>; die jährliche Änderung also 0,375, abgerundet 0,37 W/m<sup>2</sup>·a, erwärmend. Die schnelle Erwärmung 1980 bis 2000 kann auf eine Zunahme der absorbierten kurzwelligen solaren Einstrahlung zurück geführt werden. Der modellier-

te, anthropogene Treibhauseffekt des CO<sub>2</sub> (langwellige Wärmestrahlung) hat diese rapide Erwärmung nicht bewirkt.

Das anthropogene CO<sub>2</sub> ist im kurzfristigen Vergleich zur Reflektivität ein relativ schwacher, sich nur langsam ändernder Klimafaktor von 1980 bis 2000 gewesen: Für die Jahre 1984 bis 2000 ist die Reflektivität um mehr als eine Größenordnung wirksamer, um den Faktor 12. Hier von einer beginnenden Dominanz (12) des anthropogenen CO<sub>2</sub>-Treibhauseffekts zu sprechen halte ich nicht für vertretbar. Die von der etablierten Klimatologie (2) und von Umweltschützern (1)(12) vertretene Auffassung, dass der nicht messbare, mit Hypothesen des Strahlungstransfers berechnete anthropogene Treibhauseffekt (vor allem des CO<sub>2</sub>) der wesentliche oder alleinige Verursacher der globalen Erwärmung sei, ist nicht korrekt.

CO<sub>2</sub> ist ein interdependenter Faktor unter vielen anderen interdependenten Faktoren, die unser Klima bestimmen; es können 14, 20 oder mehr solcher Faktoren sein. Unsicherheiten in der Erkenntnis sind z. B.: Verhalten des Boden-Kohlenstoffs [Heath et al. (36), Bellamy et al. (37), Schulze und Freibauer (38)]; oder das Verhalten der Biomasse in heißen Sommern wie 2003 in Europa, Ciais (43). Unerwartete Änderungen des Methanbudgets stellten Ferretti et al. (40) für die letzten 2000 Jahre (Eisbohrkern, Law Dome) fest. Unerwartet und verblüffend

ist auch der von Keppler (47) gemeldete Befund, wonach die lebende terrestrische Vegetation große Mengen Methan emittiert, etwa 10 bis 30 % der Gesamtemission (natürliche und anthropogene). Falls das bestätigt wird, dann hat das Konsequenzen für die Methan-Bilanz des Systems Erde und für die vergangene, heutige und zukünftige Entwicklung des anthropogenen und natürlichen Treibhauseffekts.

## 9.5 Klimawandel seit Millionen Jahren

Veizer (42) meint: In der Summierung über alle Zeitskalen weisen die empirischen Beobachtungen auf außerirdische Phänomene als primären Klimaantrieb hin; die Treibhausgase haben ihre Wirkung als potentielle Verstärker. Kohlendioxid spielt eine beiträgende Rolle im Orchester der Natur, das einen himmlischen Dirigenten hat und in dem der Wasserkreislauf die erste Geige spielt, siehe Kasten 12 (S. 62) und Kasten 18 (S. 78).

“Wir kommen nicht daran vorbei, noch eine große Menge an Wissen über die Sonne und über die Atmosphäre zu sammeln, bevor wir die Ursachen der derzeitigen Änderungen des Klimas aufdecken und bewerten können. In unserem gegenwärtigen Zustand des Nicht-Wissens ist es nicht möglich, die Wichtigkeit einzelner Klimafaktoren richtig einzuordnen”. Das schrieb Parker im Jahr 1999 (17). Aus Kostengründen zeichnet sich weltweit eine Streichung oder Verschiebung des Mes-

sens und Sammelns notwendiger Daten ab (Science 25.4.05, S. 29). Die Politiker und Aktivisten meinen wohl, dass man nicht langwierig und teuer messen soll, was man ahnt und billig modellieren kann (vgl. dazu Kasten 7).

Die globale Erwärmung im 20 Jahrhundert kann mit zwei Publikationen aus peer reviewed journals (27) und (14) erklärt werden: Sonne und Albedo. Das ist eine einfachste Deutungsmöglichkeit mit der stillschweigenden Annahme, dass alle anderen Einflüsse sich freundlicherweise auf null Wirkung kompensieren (siehe Kap. 10.2), es ist kein Beweis, nur eine Korrelation.

### Fazit zu Kap. 9:

Klimawandel war immer aus vielerlei interagierenden Gründen. Die Rolle des anthropogenen CO<sub>2</sub> in den letzten 150 Jahren kann auf Basis der vorliegenden Kenntnisse und Daten nicht abschließend beurteilt werden. Einfache, lineare Zusammenhänge für Ursache und Wirkung, wie Politiker und Umweltschützer sie suchen, die gibt es nicht.

## Kasten 12

**Kosmischer, extraterrestrischer Antrieb für das Klima** (siehe auch Kasten 18, S. 78)

Jan Veizer, Geoscience Canada 32 No. 1, 13 (März 2005)

Auszugsweise Übersetzung. Prof. Veizer ist an der Universität Bochum tätig, Inst. f. Geologie, Mineralogie und Geophysik.

Die Standard-Erklärung für die Launen unseres Klimas, wie sie vom IPCC gegeben wird, ist, dass Treibhausgase, insbesondere Kohlendioxid, die prinzipiellen Verursacher sind. Seit kurzem ist ein alternatives Modell, wonach die Sonne der wesentliche Antreiber ist, durch eine Vielzahl von Beobachtungen wieder belebt worden. Weder das atmosphärische Kohlendioxid noch die solare Variabilität können die Größe der seit einem Jahrhundert beobachteten Temperaturerhöhung von etwa 0,6 °C allein erklären. Infolgedessen wird ein Verstärker gesucht. In den Klimamodellen (GCM) des IPCC wird der wesentliche Teil der Temperaturerhöhung einer positiven Wasserdampf-Rückkopplung zugeordnet. In der sonnengetriebenen Alternative könnte es der Fluss der kosmischen Strahlung sein. Diese Strahlung besteht aus energiereichen Teilchen mit der Fähigkeit, Kondensationskeime für Wolken zu erzeugen. Wolken kühlen, indem sie solare Strahlung in den Weltraum reflektieren wie ein Spiegel. Die Intensität der die irdische Atmosphäre erreichenden kosmischen Strahlung hängt von der Stärke des solaren und terrestrischen Magnetfeldes ab, die wie ein Schild gegen die kosmische Strahlung wirken. Das solare Magnetfeld wird von der solaren Aktivität moduliert. Das rekonstruierte irdische Magnetfeld hat sich seit 1840 um 10 % abgeschwächt (57).

Die kosmische Strahlung erzeugt auch noch kosmogenische Nuklide wie Beryllium-10, Kohlenstoff-14 und Chlor-36. Diese dienen als indirekte Proxies (Stellvertreter) für die solare Aktivität, die man in alten Sedimenten, Bäumen, Muschelschalen nachweisen kann. Andere Proxies wie die Isotopen von Sauerstoff und Wasserstoff lassen Rückschlüsse auf vergangene Temperaturen zu, Isotopen von Kohlenstoff auf die alten Konzentrationen von Kohlendioxid und Bor-Isotope auf den Säuregrad der früheren Ozeane.

Der Vergleich von Zeitreihen der Temperatur, seien es geologische oder instrumentelle, mit Zeitreihen der Sonnenaktivitäts-Proxies könnte uns in die Lage versetzen, zu entscheiden, welche der beiden alternativen Erklärungen für die Klimavariabilität primär zuständig war und ist. Die wachsende Zahl von Studien über die Korrelation von Klima mit der solaren und kosmischen Aktivität bzw. deren Proxies (<sup>10</sup>Be, <sup>14</sup>C, <sup>36</sup>Cl, Sonnenfleckenzahl) gibt zunehmende Hinweise, dass extraterrestrische Phänomene wenigstens für einen gewissen Teil der Klimavariabilität verantwortlich sind. Die gleichzeitigen Korrelationen von Klima mit den extraterrestrischen Proxies sind meistens besser als die von Klima und Kohlendioxid. Himmlische Phänomene könnten die wesentlichen Antriebsfaktoren für Klimavariabilität und Globaltemperatur gewesen und sogar heute noch sein.

Der kosmische Strahlungsfluss beeinflusst die Bedeckung der Erde mit niedrigen Wolken, die kühlend wirken. Die postulierte „Kettenreaktion“ ist: Hellere Sonne = mehr Sonnenflecken = stärkeres Magnetfeld der Sonne (=mehr Sonnenwind) = verringerte kosmische Strahlung = weniger niedrige Wolken = verringerte Albedo = mehr Absorption am Boden = wärmeres Klima. Eine dunklere Sonne mit weniger Sonnenflecken bewirkt auf unserer Erde mehr niedrige Wolken und kälteres Klima.

Über Zeiträume von hundert Millionen Jahren ist der Fluss kosmischer Strahlung von der Lage des Sonnensystems innerhalb unserer Galaxie, der Milchstraße, abhängig (Passage durch die Spiralarme alle  $143 \pm 10$  Mio. Jahre).

Rahmstorff et al. widersprechen dieser Theorie (53).

## Fortsetzung Kasten 12

Im vergangenen 20. Jahrhundert stieg die Globaltemperatur um 0,6 °C an (siehe Bild 12). Der wesentliche Teil des Anstiegs erfolgte bis 1940, danach ein geringer Abfall und ab 1975 wieder ein Anstieg. Dieser Verlauf korreliert nicht gut mit dem gleichmäßig exponentiellen Anstieg der Kohlendioxidkonzentration in der Atmosphäre, wohl aber gut mit dem Anstieg der Solaraktivität mit Ausnahme der letzten beiden Dekaden 1980 bis 2000 (siehe Bild 13). Diese Diskrepanz führte zu der Meinung, dass nun das anthropogene Klimasignal aus dem Rauschen der Klimavariabilität aufgetaucht sei und die Klimamodellierungen damit bestätigt seien. Das ist aber nur eine notwendige und keine hinreichende Bestätigung. Die heutigen Klimamodelle liefern Ergebnisse in derselben generellen Richtung, unabhängig von der Quelle für den zusätzlichen Antrieb bzw. für die zusätzliche Energie, sei es das Kohlendioxid oder die gesamte solare Einstrahlung oder die Albedo oder der Ruß. Zieht man den enormen Anstieg der Sonnenaktivität im 20. Jahrhundert und die Verringerung des Albedo in den letzten beiden Dekaden in Betracht, dann erscheint die außerirdische Ursache als der primäre Klimaantrieb doch die bessere, konsistentere Erklärung zu sein.

*Klima lässt sich nicht schützen und auf einer Wunschtemperatur stabilisieren.  
Es hat sich auch ohne Einwirkung des Menschen drastisch verändert.  
Prof. Dr. Heinz Miller (204)*

## 10. Was wirkt auf das Klima? Wohin ändert sich das Klima?

### 10.1 Wie beeinflussen wir Menschen das Klima?

Mit der Ausbreitung der systematisch messenden und aufschreibenden Meteorologie vor 150 Jahren kamen die Geographen zu der Auffassung, dass das Klima sich im Zeitraum von Dekaden ändert. Die Ursachen der Änderungen blieben unbekannt. Vermutet wurde damals, dass es die Rodung von Wäldern zur Gewinnung von Weide- und Ackerflächen sein könnte. Das findet weltweit bis heute statt und wird von der Klimatologie unter „Änderung der Landnutzung“ registriert; auch der Bau von Straßen, Städten, Siedlungen, Industrieanlagen, Eisenbahnen gehört dazu. Es ist dies auch immer ein störender Eingriff in den

Kreislauf des Kohlenstoffs mit Freisetzung von CO<sub>2</sub> (vgl. Kasten 5) wie auch in den Kreislauf des Wassers. Schon lange vor dem homo industrialis hat der homo faber seit tausenden von Jahren die irdische Welt verändert. Zum Guten? Zum Bösen?

Vor rund 100 Jahren stellte der schwedische Nobelpreisträger Svante Arrhenius eine Theorie auf, nach der das CO<sub>2</sub> aus der Verbrennung fossiler Energieträger sich in der Atmosphäre anreichern und zu einer gefährlichen Erhöhung der Globaltemperatur führen könnte. Damals verbrauchte man in Deutschland etwa 130 Millionen Tonnen Kohle pro Jahr, was mit hohen Emissionen von Ruß, Rauch und SO<sub>2</sub> (SO<sub>2</sub> zu H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> zu Sulfatpartikel) einherging, also die Atmosphäre nicht

nur mit CO<sub>2</sub> sondern auch mit Aerosolen „belastete“, erwärmenden (Ruß) und kühlenden (Sulfate).

Zwischen 1905 und 1945 stieg die Globaltemperatur (Kasten 2, Bild 1 und 12) um 0,45 °C. Von 1945 bis 1975 fiel sie leicht um 0,15 °C. Das genügte, um mediale Sorgen vor der „Rückkehr der Gletscher“ (Buchtitel) zu wecken, allzumal der Temperaturrückgang über den Landflächen der Nordhemisphäre mit 0,25 °C deutlicher erkennbar war, vgl. Kasten 18, S. 79. Man stellte 1971 Berechnungen an, wonach die anwachsenden Schwefeldioxid-Emissionen aus der Verbrennung von Kohle und Öl zu bedrohlichen weiteren Rückgängen der Globaltemperaturen um 2 bis 3 °C führen könnten mit der Gefahr des Abgleitens in eine Eiszeit.

Doch seit Mitte der siebziger Jahre des vorigen Jahrhunderts steigen die Globaltemperaturen wieder an. Und nun stehen wieder das CO<sub>2</sub>, das CH<sub>4</sub> und einige andere infrarot-aktive Gase mit ihrer Wirksamkeit auf das Klima im Vordergrund der immer intensiver werdenden sorgenvollen Diskussion über den in den letzten 30 Jahren beobachteten Temperaturanstieg um rund 0,5 °C, von dem man annimmt, dass er wesentlich vom anthropogenen CO<sub>2</sub> verursacht sei. Der Ruf nach Klimaschutz wurde wieder laut, was immer auch dieser allumfassende Begriff bedeuten könnte. Vielleicht soll alles so bleiben, wie es in der guten alten Zeit war? Wann war die? War sie die Normalität? Man kann Ziele für die Minderung un-

serer Emissionen vorgeben, aber nicht für das Klima. Die Wortbildung Klimaschutz verrät eine Machermentalität aus Sehnsucht nach einer „besseren“, klimastabilen Welt.

Klimatologen, Umweltaktivisten und Politiker schafften es mit der bereitwilligen Hilfe der Medien, die Bevölkerung zu verunsichern und ihr Angst vor einem nachteiligen Klimawandel zu machen. Die Politik sah sich veranlasst, die Klimaforschung zu fördern (weltweit 5 Milliarden \$ pro Jahr, derzeit). Die Forscher des IPCC lieferten 2007 ihren 4. Bericht ab. Darin werden Szenarien der Entwicklung der Weltbevölkerung und Weltwirtschaft und damit gekoppelte weltweite Emissionen von anthropogenen Treibhausgasen und Aerosolen beschrieben. Mit diesen ökonomischen Szenarien und Klimamodellen berechnete man Szenarien für das Globalklima über den Zeitraum des laufenden 21. Jahrhunderts. Bis 2100 soll die Globaltemperatur je nach Szenario um 1,4 bis 5,8 °C steigen. Im Kasten 7 (S. 23) ist die Kritik von Prof. Lindzen am Summary for policymakers (SPM) des IPCC-Berichtes 2001, Band 1, wiedergegeben. Lindzen erkennt im Summary eine politische Tendenz, die im eigentlichen wissenschaftlichen Bericht nicht enthalten ist. Eine analoge politische Überhöhung fand sich schon im SPM des Berichtes des IPCC 1996 und wieder 2007

Die Politik fühlte sich aufgerufen, Maßnahmen zur Verhinderung des Klimawandels zu ergreifen. Das Kyoto-Proto-

### Kasten 13 IPCC überschätzt den anthropogenen Klimaeinfluss. Kyoto

Von dem global beobachteten bodennahen Temperaturanstieg von 0,6 °C seit 1860 sind nur 0,16 °C oder 26 % auf anthropogenes CO<sub>2</sub> zurückzuführen – der Rest entfällt auf Beiträge von den übrigen Treibhausgasen (17 %) sowie auf die Solaraktivität (57 %).

Die Klimasensitivität des CO<sub>2</sub> wird von IPCC nachweislich etwa um dem Faktor 4 überschätzt, d. h. eine Verdoppelung – die mit den nutzbaren fossilen Reserven von ca. 1300 GtC nicht erreichbar ist – würde im stationären Gleichgewicht lediglich einen Temperaturanstieg von etwa 0,5 bis 0,7 °C bringen.

Aufgrund meiner Untersuchungen zu globalen Kohlenstoff- und Strahlungsmodellen (offizielles Gutachten zum dritten IPCC-Bericht TAR 2001) ergab sich, dass die geplante CO<sub>2</sub>-Reduktion um 40 % bis 2020 in Deutschland lediglich eine CO<sub>2</sub>-Absenkung um 2,1 ppm und einen Temperatureffekt von 0,003 °C bringt. Vom früheren Wirtschaftsminister Werner Müller wurden im Energiebericht (Okt. 2001) für unsere Klimaschutzmaßnahmen (primäre) volkswirtschaftliche Kosten von 250 Mrd. Euro genannt.

In Fachkreisen wird mittlerweile zugegeben, dass Kyoto keinen feststellbaren Klimaeffekt bringt – hierfür wären etwa 30 Kyotos erforderlich. Prof. Tom Wigley (IPCC) berechnete bei voller Erfüllung von Kyoto einen Effekt von 0,07 °C. Nach heutigem Stand, ohne die USA, wären es nach meiner Berechnung bis 2050 weniger als 0,01 °C. Kyoto hat also nur symbolischen Wert.

Der Aufwand, auch für den Zertifikathandel, steht in groteskem Verhältnis zum Nutzen. Abgesehen davon, dass die IPCC-Modellrechnungen mit einer etwa 4-fach zu hohen Klimasensitivität des CO<sub>2</sub> ausgeführt wurden und damit für die Zukunft weit überhöhte Temperaturen vorhersagen, wird die über Jahrzehnte zu erwartenden Abkühlung wegen geringerer Solaraktivität ignoriert. Zudem nimmt IPCC noch eine 10-fach zu hohe Verweilzeit der CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Atmosphäre an. Die daraus abgeleitete Forderung nach über 90-prozentiger CO<sub>2</sub>-Reduktion bis 2050 entzieht Deutschland die industriell-wirtschaftliche Basis. Dazu siehe auch Dietze: "Energie, CO<sub>2</sub>, Klima" unter [www.schmanck.de/ETA\\_0107\\_Dietze, P. Energie, CO<sub>2</sub> und Klima.pdf](http://www.schmanck.de/ETA_0107_Dietze_P_Energie_CO2_und_Klima.pdf).

Dipl.-Ing. Peter Dietze, 91094 Langensendelbach

koll wurde 1997 beschlossen, doch bis heute von USA und Australien nicht ratifiziert. Deutschland hat sich zur Verringerung seiner CO<sub>2</sub>-Emissionen um 21 % im Zeitraum 1990 bis 2012 verpflichtet, was eingehalten wird. Weiter hat Deutschland Ökosteuern, den CO<sub>2</sub>-Emissionsrechtehandel und das EEG (Erneuerbare Energien Gesetz) beschlossen (vgl. Kasten 13, 14 und 16). Gemäß den Klimamodellen des IPCC würde das voll erfüllte Kyoto-Protokoll eine globale abkühlende Wirkung um

0,07 °C in 2100 haben, die nicht nachweisbar sein wird (vgl. Kasten 13). Soll das Klimaschutz sein? Die Politik will daher auch weitere Reduktionen der CO<sub>2</sub>-Emissionen durchsetzen, nämlich 80 % im Zeitraum von 1990 bis 2050. Derweilen sollen bitte alle übrigen Klimafaktoren in ihrer Gesamtwirkung unverändert bleiben. Danach würden wir in einer anderen, teil-dekarbonisierten Welt leben; wer weiß, ob das eine bessere Welt sein wird?

## 10.2 Wie erklärt das IPCC den Anstieg der Globaltemperatur seit 250 Jahren?

Vor der Beantwortung dieser Frage sei an das Dictum von Schulze (171) erinnert: „Wenn sich Experten in dem Glauben bestärken, ihre Theorie sei ein unumstößliches Abbild der objektiven Wirklichkeit; wenn sie ihren Konsens für einen schlagenden Beweis halten, statt für einen Anlass zum Zweifeln; wenn Skeptiker als Leugner angeprangert werden, dann ist es an der Zeit, sich an Karl Poppers Satz zu erinnern: Alles Wissen ist Vermutungswissen.“ Also auch meines.

Eine Antwort auf obige Frage findet man im 3. Bericht des IPCC (2001) auf Seite 8 und 392 mit einem Diagramm\*, das hier als Bild 15 wiedergegeben ist. Dort ist die Veränderung seit 1750 der Klimafaktoren in W/m<sup>2</sup> (Watt pro Quadratmeter) nach konsensueller Meinung des IPCC dargestellt. „W/m<sup>2</sup>“ entspricht in etwa auch dem Temperatureffekt am Boden. Wasserdampf taucht als primärer anthropogener Klimafaktor nicht auf. Die Säule Nr. 1 mit den Treibhausgasen CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, FCKW hat einen großen und nach Meinung des IPCC am besten wissenschaftlich abgesicherten erwärmenden Effekt. Dann kom-

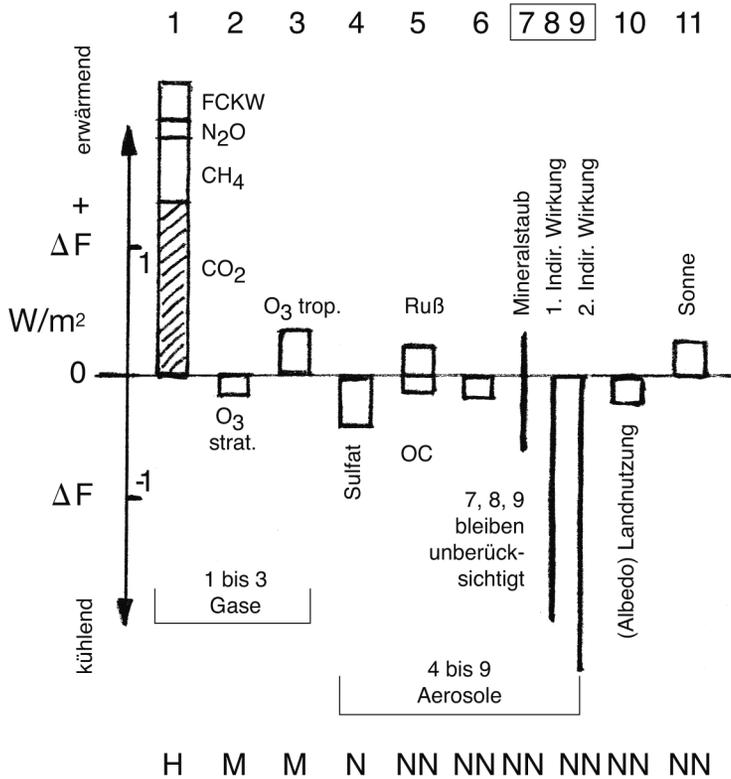


Bild 15

Veränderungen der Klimaantriebe (Forcings) in Watt/m<sup>2</sup>, seit 1750 bis 2000. Nach IPCC 2001, Band 1, Seiten 8 und 392. Spalte 1: Treibhausgase, 2 stratosphärisches Ozon, 3 troposphärisches Ozon, 4 Sulfataerosol aus Verbrennung fossiler Energien (VfE), 5 Ruß und organische Kohlenstoffverbindungen (v.a. aus VfE), 6 Biomasseverbrennung, 7 Mineralstäube, 8 Indirekte Wirkung der 1. Art der Aerosole, 9 Indirekte Wirkung der 2. Art der Aerosole, 10 Landnutzung, 11 Sonne. Untere Zeile: Grad des wissenschaftlichen Verständnisses nach IPCC. H=hoch, M=mittel, N=gering, NN=sehr gering. Die Temperaturdifferenz für 1750 bis 2000 ermittelt man (Bild 1 und 12) mit ca. 0,8 bis 0,9 °C (Annahme 0,84 für Bild 16).

\* Analoges Diagramm im IPCC 2007 Bd. 1, S.4, 32, 136

## Kasten 14

### Kritik an der Treibhaushypothese und an der Klimamodellierung

Die infrarotaktiven Gase (Treibhausgase) der Atmosphäre strahlen Energie ab, auch auf den Erdboden (Gegenstrahlung, Rückstrahlung), die die bodennahe Luft durch Kontakt erwärmt. Die etablierte Klimatologie (Kiehl, Trenberth) überbewertet den Wärmefluss durch Strahlung und spielt die Flüsse durch Konvektion und Evaporation/Kondensation herunter.

Zur Modellierung der Strahlungsflüsse infolge der Treibhausgase benötigt man den Temperaturgradienten der Atmosphäre und wendet die Plankgleichung auf die Gase wie  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  an, mit der Annahme eines lokalen thermodynamischen Gleichgewichts. Diese zwei Voraussetzungen widersprechen sich, die Atmosphäre ist nie in einem thermodynamischen Gleichgewicht.

Aus den im Labor gut messbaren Infrarotspektren des  $\text{CO}_2$  ist bekannt, dass mit 350 ppm die wesentliche Absorptionsbande bei  $15 \mu\text{m}$  gesättigt ist und nur noch auf deren Flanken geringe Effekte auftreten (Hug (127), Crutzen (157)). Dafür gibt das IPCC bei Verdoppelung der  $\text{CO}_2$ -Konzentration z.B. auf 700 ppm einen Effekt von  $3,7 \text{ W/m}^2$ , das berechnete radioaktive forcing, an. Die gesamte Gegenstrahlung beträgt nach IPCC  $324 \text{ W/m}^2$ . Mit der  $\text{CO}_2$  Verdoppelung lässt sich eine Erhöhung der Bodentemperatur von  $0,7 \text{ }^\circ\text{C}$  berechnen.

Das IPCC nimmt eine nicht in natura sondern nur im Computer beobachtete Wasserdampfrückkopplung an, die Temperaturerhöhungen von  $1,5$  bis  $4,5 \text{ }^\circ\text{C}$  für die  $\text{CO}_2$ -Verdoppelung berechnen lassen, also das Vielfache der eigentlich durch  $\text{CO}_2$  berechenbaren Erwärmung am Erdboden.

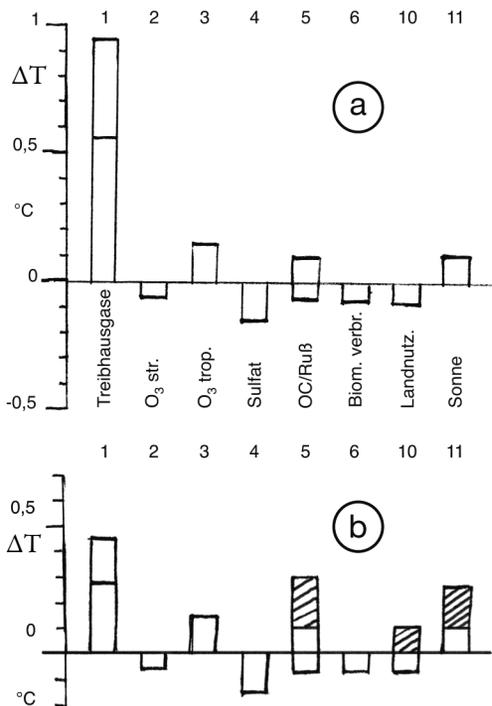
Die heutigen Klimamodelle bedienen sich angeblich nicht mehr der Flusskorrekturen zur Herstellung übereinstimmender Verhältnisse an den Systemgrenzen Ozeane/Atmosphäre. Dazu wurden Flusskorrekturen verwendet, die das vielfache des  $\text{CO}_2$ -Verdoppelungs-Effekts von  $3,7 \text{ W/m}^2$  betragen. Dabei ist nicht nachvollziehbar weil nicht nachprüfbar publiziert, was denn in den Klimamodellen wirklich abläuft. Die Hypothesen der Modellierer sind mangels ausreichender Veröffentlichungen nicht falsifizierbar. Der modellierte Effekt der Wolken für  $2\times\text{CO}_2$  streut zwischen  $-1,0 \text{ W/m}^2$  (abkühlend) und  $+1,7 \text{ W/m}^2$  (erwärmend), je nach Modellierer (vgl. Bild 9, S. 33). Modelle die für 2050  $+5 \text{ }^\circ\text{C}$  berechnen lassen (Vorhersage), können rückwärts nicht das Klima um 1850 kalkulieren (Nachhersage).

Die globalisierenden Ökonomie-Modelle der 80er/90er Jahre haben die Wirtschaftskrise 2007/2008/2009 nicht vorhergesehen. Dennoch verführen Computermodelle offensichtlich Ökonomen und Politiker dazu, ihren gesunden Menschenverstand auszuschalten. Man sollte durch eine Grundgesetzänderung verbieten, dass Entscheidungen auf der Basis undurchsichtiger Computermodellierungen getroffen werden.

Dr. Heinz Hug, 65207 Wiesbaden

men die Säulen 2 und 3 für das stratosphärische und troposphärische Ozon. Die Säule 4 steht für das abkühlende Sulfataerosol aus der Verbrennung von Kohle und Öl, dem man um 1971 eine wesentlich größere Wirkung zu-

modellerte, siehe Kasten 18. Die Säule 5 bezeichnet die Wirkungen anderer Nebenprodukte der Verbrennung fossiler Energien, nämlich Ruß (erwärmend) und teilverbrannte organische Verbindungen (kühlend). Der Balken 6



**Bild 16**

**16a:** Temperaturanstieg seit 1750 um  $0,84^{\circ}\text{C}$ , nach IPCC, siehe Bildunterschrift 15, erklärt durch lineare Zuordnung der  $\Delta T$  zu den  $\Delta F$ .

**16b:** Temperaturanstieg seit 1750 um  $0,84^{\circ}\text{C}$ , erklärt mit einer nur halb so großen Klimasensitivität der Treibhausgase und vergrößerten Beiträgen von Ruß (3-fach), von Landnutzung und von Sonne (2,7-fach). Alle übrigen Antriebe konstant gelassen.

gibt die Wirkung der Aerosole aus der Biomasseverbrennung an (kühlend; Waldbrände, Brandrodung, Buschfeuer, Steppenbrände). Dann folgen Nr. 7, 8, 9: Aerosolwirkungen, abkühlend, unsicher, Größe umstritten, von IPCC nicht in den Klimamodellen berücksichtigt. Der Balken 10 steht für die Änderung der Landnutzung bzw. Albedo. Der Balken 11 berücksichtigt die Änderung der direkten Sonneneinstrahlung. Für das wichtigste Treibhausgas Wasser erkennt IPCC keine direkte anthropogene Änderung. Jedoch wird die Rückkopplung an den Effekt des  $\text{CO}_2$  und der übrigen Treibhausgase als **Klimasensitivität** dem  $\text{CO}_2$  zumodelliert. Üblicherweise wird diese charakterisiert durch die Temperaturerhöhung bei Verdoppelung der

atmosphärischen  $\text{CO}_2$ -Konzentration  $\Delta T_{2x}$ , die den Bereich von  $1,5$  bis  $4,5$  oder  $3,0 \pm 1,5^{\circ}\text{C}$  überstreicht (große Unsicherheit, seit 1990 unverändert). Mit diesen Faktoren (Bild 15) begründet IPCC die globale Klimaänderung von AD 1750 bis 2000, also die globale Temperaturerhöhung um rund  $0,85^{\circ}\text{C}$ . Darauf basierend modelliert IPCC mit seinen Emissionsszenarien für das Jahr 2100 Szenarien der Zunahmen der Temperatur von  $1,5$  bis  $5,8^{\circ}\text{C}$ ; der hohe Wert wäre wohl als Klimakatastrophe einzustufen. Die unterschiedlichen Szenarien der zukünftigen demographischen, ökonomischen und technischen Entwicklungen der Menschheit, also die Zahl der Menschen, ihr jeweiliger Wohlstand, ihr Energieverbrauch und die Arten der verwendeten Energien sowie die ungewisse Klimasensitivität verursachen diesen breiten Bereich. Wenn die Hypothesen des Treibhauseffektes, der Klimasensitivität und der Klimamodelle numerisch zutreffend sind, und wenn der Energiebedarf der wachsenden Menschheit bei wachsendem Wohlstand über steigenden fossilen Energieverbrauch gedeckt würde, dann müsste man nach

konsensualen Meinung des IPCC auf beträchtliche Temperaturerhöhungen gefasst sein. Das IPCC behauptet, und unsere Politiker folgen ihm: es ist so! Kritiker des IPCC behaupten mit guten Gründen, und ich folge ihnen: es könnte auch anders sein! Wie man z.B. die erkannten Veränderungen in den Ozeanen bewerten muss, das ist noch eine offene Frage, vgl. den Kasten Nr. 8 betr. Nordatlantik-Zirkulation. Das Konstrukt „Klima“ ist definitionsgemäß ein 30-jähriger Durchschnitt. Da mitteln sich Ausschläge heraus. Bei 3-jähriger Betrachtung kann man naturgemäß schön-gruselige Effekte präparieren, wie kürzlich bei der Mengenfeststellung des antarktischen Eises mit Hilfe von satellitenbasierten Gravitationsmessungen: Entgegen allen Erwartungen und auch im Gegensatz zu älteren Eisdickenmessungen mit satellitenbasiertem Radar habe die Antarktis jährlich 150 Kubikkilometer Eis verloren, vorwiegend allerdings in der Westantarktis, was dann doch wieder nichts so Neues ist.

### 10.3. Wie erklären Kritiker des IPCC den Anstieg der Globaltemperatur seit 250 Jahren?

Mein Versuch einer Erklärung ist im Bild 16 wiedergegeben. Im oberen Teil (Bild 16a) ist die IPCC-Erklärung noch einmal dargestellt worden; nun aber nicht mit der Ordinate  $W/m^2$  wie in Bild 15 sondern mit  $\Delta T$  = Temperaturänderung. Im unteren Teil (Bild 16b) habe ich meine Erklärung dargestellt. Für  $CO_2$  und die übrigen Treibhausga-

se setze ich eine geringere Wirksamkeit an wegen Zweifeln an den hypothetischen Berechnungen des Treibhauseffektes. 2, 3, 4 lasse ich unverändert. Spalte 5, Ruß, wird aufgestockt, weil ich meine, dass IPCC die Rußwirkung (vgl. Jacobson (179)) herunterspielt, ebenso wie IPCC das bei Landnutzung (Albedo) tut (Spalte 10). Die Spalten 6, 7, 8, 9 lasse ich unverändert. Die vieldiskutierte Wirkung der Sonne (Spalte 11) erhöhe ich wegen des von IPCC nicht berücksichtigten Zusammenwirkens von Sonne, kosmischer Strahlung, Wolkenbedeckung / Albedo. In der Summe erklärt mein Ansatz (Bild 16b) der verschiedenen Faktoren das  $\Delta T$  ebenso gut wie der Ansatz des IPCC. Natürlich kann man ein solches Ergebnis auch mit anderen Kombinationen von Klimafaktoren plausibler Größe erzielen. (Übrigens: Es ist unwahrscheinlich, dass alle übrigen Faktoren konstant bleiben.)

Die Frage nach dem „Wohin im 21. Jahrhundert“ beantwortet sich aber nun anders: die  $CO_2$ -Wirkung wird nur noch wenig steigen. Die Wirkungen von Ruß und Landnutzung werden hoffentlich kleiner, die Wirkung der Sonne wird vermutlich abnehmen. Wenn das so eintreten würde, dann wäre bis 2100 eine Temperaturzunahme von 0,5 bis 1,5 °C zu erwarten, bei den gleichen Szenarien wie sie IPCC für die Menschheitsentwicklung vorsieht, die auch noch zu prüfen sind. Das wäre sicher keine Klimakatastrophe. Ein Nobelpreisträger unserer Zeit, Prof. Crutzen, hat 1994 in einem

Buch (157) das Kohlendioxid wie folgt charakterisiert: „Es gibt bereits so viel CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre, dass seine Strahlungsaufnahme schon fast vollständig ist, und zusätzliches CO<sub>2</sub> spielt keine große Rolle mehr.“ Diese Meinung teilt auch Hug, der den CO<sub>2</sub>-Effekt als „Petitesse“ bezeichnet, siehe Kasten 14, S.67.

Im Kasten 13, S.65 hat Dietze seine Kritik an den Rechnungen von IPCC dargestellt. Im Licht seiner Ausführungen entpuppt sich der Streit über den Emissionsrechtehandel als ganz normales Ringen verschiedener Lobbies zu Ungunsten der Bürger mit der Politik als parteilich emotionalem Schiedsrichter. Ähnlich ist der Streit über die von dem IPCC (Kasten 4, S. 11) empfohlene Kernenergie einzuordnen.

*Wir wissen, das unser Klima sich schnell ändern kann. Entweder vom Warmen ins Kalte oder umgekehrt. Aber jeder der prophezeit, es wird garantiert wärmer, kann das nicht reinen Gewissens tun. Prof. Dr. Heinz Miller (205)*

## **11. Wohin ändert sich das Klima?**

Meine Antwort auf diese Frage ist dreifach unterteilt. Ich gebe sie als naturwissenschaftlich interessierter Bürger unserer Republik, ich bin kein Klimaexperte, kein Wahrsager.

### **11.1 Die geologische Antwort.**

Gemäß dem geologischen Rückblick wird das Erdklima in geologischer Vorschau nach aller Wahrscheinlichkeit wieder in eine Eiszeit eintauchen. Das wird kaum in 100 Jahren, aber vielleicht in 1.000 oder spätestens in 5.000 Jahren geschehen.

### **11.2 Die regierungsamtliche (IPCC) Antwort.**

Anthropogenes Kohlendioxid ist der Hauptdarsteller im Klima der nahen Zukunft. Gemäß dem Stand der Modellierung von Treibhauseffekt und Klimasensitivität sowie mit den Szenarien für die CO<sub>2</sub>-Emissionen wird die Globaltemperatur um 1,5 bis 5,8 °C bis zum Jahr 2100 ansteigen.

### **11.3 Eine kritische Antwort.**

Anthropogenes Kohlendioxid spielt eine Nebenrolle. Die Kritiker sehen die Wirksamkeit einiger Klimatelemente anders als das IPCC. Die Effekte des CO<sub>2</sub> werden geringer, die Wirkung der Sonne und die Einflüsse von Landnutzung und Aerosolen höher eingeschätzt. Die Globaltemperatur steigt bis 2100 um 0,5 bis 1,5 °C.

### **11.4 Kommentar zu den drei Antworten.**

Fragezeichen sind hinter jede Antwort zu setzen. Es wäre schön, wenn ich die drei Antworten unter einen Hut bringen könnte. Die geologische Antwort

basiert auf den Proxydaten der vergangenen letzten 700.000 Jahre, die auch auf gewissen Annahmen und Interpretationen aufbauen. Keiner war dabei und hat Temperaturen gemessen (schon gar nicht in 2 m Höhe, siehe Kasten 2). Trotzdem hat die geologische Antwort eine recht hohe Plausibilität. Der Zeithorizont der regierungsamtlichen und der kritischen Antwort ist nur 100 Jahre. Das sind Jahre, die unsere jungen Mitbürger und deren Kinder und Enkelkinder erleben werden. Bis heute gibt es keine zuverlässigen, alle Bedingungen der Erdatmosphäre umfassenden Messungen des anthropogenen Treibhauseffektes. Die hypothesenbasierten Klimamodellierungen sind nicht die Klimawahrheit. Die hochvernetzte Komplexität des Klimasystems begrenzt unsere Fähigkeiten, es zu durchschauen und dann voraus zu schauen, siehe Kasten 7, 8, 9. Prognosen sind immer schwierig, besonders wenn sie die Zukunft betreffen, sagte der Nobelpreisträger Niels Bohr.

Deswegen sage ich zu keiner der beschriebenen drei Antworten (man könnte sich einige mehr ausdenken, die auch plausibel sein können) „es ist so“, sondern ich sage „es könnte auch anders sein“. Und das heißt dann: „Ich weiß nicht, wohin sich das Klima ändert“. Aus den Erfahrungen der Menschheitsgeschichte der letzten 10.000 Jahre entnehme ich, dass eine weitere, geringe Erwärmung weniger problematisch wäre als eine Abkühlung wie zuletzt in der Kleinen Eiszeit.

Vorsichtshalber empfehle ich no-regret-Maßnahmen (siehe Kasten 19), die mit guten anderen als mit klimarelevanten Argumenten begründbar sind. Im Kasten 16 hinterfragt Ufer die Sinnhaftigkeit der heutigen deutschen Bemühungen um Klimaschutz.

Der ad hoc Arbeitskreis „Klimadiskussion“ des Sachverständigenkreises „Globale Umweltaspekte“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung schrieb auf S. 53 seiner Broschüre „Herausforderung Klimawandel“ (2003): Klimaforschung ist „post-normal science“, d.h. große Unsicherheit und hohe Risiken sind miteinander gekoppelt. Die Unsicherheit kann nur in einem beschränkten Maße durch weitere Forschung vermindert werden... Wissenschaft ist nicht mehr der wichtigste gesellschaftliche Ratgeber, und wissenschaftliche Argumente sind nicht die einzigen, die in den Köpfen der Wissenschaftler wirken. Klimaforschung wird zu einem sozialen Prozess, und in einem demokratischen System ist es angezeigt, den Beratungsprozess und seine Dynamik im Hinblick auf vorgefasste Meinungen und soziokulturell geprägtes Wissen zu analysieren, vgl. Kap. 7, S. 28-30.

Für den klimatologischen Diskurs zwei Empfehlungen von Schulze (177): 1. Skepsis bedeutet nicht Schönreden oder den Kopf in den Sand stecken, sie bedeutet Ernstnehmen und genaues Hinsehen. 2. Nichts trübt den Blick auf die eigenen Irrtümer mehr als der Kampf gegen die unterstellten Irrtümer der anderen.

## 12. Klima, Leben, Menschheit, CO<sub>2</sub>

Die wesentliche ökologische Gefahr für die Menschheit ist das zu schnelle Wachstum ihrer Zahl und ihrer Bedürfnisse und der vergleichsweise zu geringe Zuwachs ihrer Vernunft. Aldous Huxley meinte: „Wenn das Problem der Überbevölkerung nicht gelöst wird, dann werden auch alle anderen Probleme unlösbar.“

Umweltpolitiker fordern stabiles Klima, stabile Bergwälder, stabile Natur, stabile Artenvielfalt. Und das in einer dynamischen Welt mit enorm wachsender Menschheit. Warum wird nicht die stabile Menschheit auf naturverträglichem Niveau gefordert (eher 3 als 10 Milliarden), die sich an die natürlichen und humanen Instabilitäten besser anpassen kann?

Unser Planet Erde - der klimatologisch richtiger „Wasser“ heißen müsste - und sein Klima sind in irreversiblen Wandel befindlich, stehen nicht im Gleichgewicht. Die planetarische Realität und

unser Leben darin sind irreversibel. Leben heißt „immer Ankommen“ und „immer Abschiednehmen“ oder „Werde und Stirb“. Carl Amery sagt: „Die Menschen sind Leben, das leben will, inmitten von Leben, das leben will und deshalb tötet und stirbt. Tod ist eine Verkehrsform des Lebens“. Diese Irreversibilität verstört viele Menschen: Sie möchten ewig, ohne 'bösen' Ressourcenverbrauch und im paradiesischen vorindustriellen Gleichgewicht leben, mit den angenehmen Begleitumständen der heutigen Zivilisation. Das ist die gewünschte Normalität und gleichzeitig eine individuelle und politisch-massenpsychologische, sehr wirksame Illusion. Die Rede vom Klima-Gleichgewicht ist eine nonsense-Leerformel der Umweltpolitik. Die Natur ist weder gut noch böse, sie ist konsequent. Mensch und Natur sind biologisch, zivilisatorisch und kulturell in vielfältiger Weise miteinander vernetzt in einer stets in-

### Kasten 15

#### **Weltweit nur noch 2,6 Kinder pro Frau. NZZ 08.03.2010**

Die Zahl der Kinder bei Frauen im gebärfähigen Alter ist innerhalb von 35 Jahren weltweit fast auf die Hälfte geschrumpft. Heute bringen Frauen noch 2,6 Babys zur Welt, wie aus der jüngsten Aufstellung der Uno-Bevölkerungs-Agentur vom 6. 3. 2010 hervorgeht. „Trends der Fruchtbarkeit weltweit 2009“ stellt die jüngsten Daten aus dem Zeitraum von 2005 bis 2010 vor. Im Zeitraum von 1970 bis 1975 hatten Frauen im globalen Durchschnitt noch 4,7 Kinder. Besonders deutlich ist der Rückgang von 5,6 auf 2,5 Kinder in den weniger entwickelten Ländern. In den Industrieländern hingegen ist der Rückgang von 2,3 auf 1,6 nicht ganz so einschneidend. Armut geht nach wie vor mit der grössten Kinderschar einher: In den am wenigsten entwickelten Ländern der Welt sank die Geburtenzahl von 6,3 auf 4,4. Im Schwellenland China haben Frauen heute nur noch ein Viertel des Nachwuchses, den Ihre Mütter oder Grossmütter in die Welt setzten.

## Kasten 16

### Wie sinnvoll ist der deutsche Klimaschutz?

Eine im heutigen Deutschland weitgehend unerwünschte Frage, die hier beantwortet werden soll:

1. Der deutsche Anteil an der globalen energiebedingten anthropogenen CO<sub>2</sub>-Emission von 29 Gt/a betrug 2007 etwa 0,8 Gt/a oder 2,8%. Zwischen 1990 und 2007 sind die deutschen CO<sub>2</sub>-Emissionen um 0,15 Gt/a, bzw. um 16% gesunken. Weltweit stiegen sie im gleichen Zeitraum um 8 Gt/a, bzw. um 38%. Seit 2007 gingen unsere CO<sub>2</sub>-Emissionen weiter zurück, während sie in der Welt (wegen China, Indien, Brasilien u.a.m.) weiter stark anstiegen auf 31,5 Gt/a in 2008.
2. Nach übereinstimmender Meinung zahlreicher Fachleute beträgt der Anteil der durch den Menschen verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen deutlich unter 5% der gesamten irdischen CO<sub>2</sub>-Emissionen von ca. 770Gt/a, zu denen Emissionen aus dem Vulkanismus, Emissionen aus Boden und Meeren, aus der Atmung von Pflanzen und Tieren u. a. gehören. Viele dieser Emissionswerte konnten bisher quantitativ nicht bestimmt werden.
3. Gelänge es wie von der Bundesregierung beabsichtigt, bis 2020 in Deutschland die CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber 1990 um 40%, d. h. um 0,38 Gt/a zu reduzieren, so würde das - vorausgesetzt, die weltweiten Emissionen blieben wider allen Erwartungen konstant - zur Reduzierung der globalen anthropogenen Emissionen um 1,3% führen.
4. Nach wie vor gibt es keinen Nachweis dafür, dass CO<sub>2</sub> einen messtechnisch nachweisbaren Einfluss auf die Klimaentwicklung besitzt. Viele natürliche (Sonne, Wolken, u. a.) und anthropogene (Abholzung von Wäldern, Wachsen der Städte u. a.) Einflüsse auf die Klimaentwicklung sind bisher noch nicht ausreichend erforscht, geschweige denn deren Veränderungen seit 1750.
5. Die Kosten für die Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen sind sehr hoch. Bereits 2001 wurde in einer Veröffentlichung des Bundeswirtschaftsministeriums geschätzt, dass eine 40 prozentige CO<sub>2</sub>-Reduktion in Deutschland bis 2020 Kosten von mindestens 250 Mrd. Euro verursachen würde. Neue Berechnungen zeigen, dass für die Durchsetzung der EU-Klimapolitik Deutschland allein etwa 50 Milliarden Euro pro Jahr aufbringen müsste.
6. Es gibt keine Möglichkeit den Nachweis zu erbringen, dass der Einsatz der genannten Mittel einen Einfluss auf die Klimaentwicklung haben würde (Mittel für Biomasse, Wind- und Solaranlagen, Ökosteuern, Emissionsrechtehandel, Abtrennung und Deponierung von CO<sub>2</sub> (CCS) u. a. m.). Das wird zur Erhöhung der Energiekosten, der Abwanderung der energieintensiven Industrien, zu Arbeitsplatzverlusten, zu Kaufkraftminderung und zur Senkung des Volkswohlstands führen. Diese Mittel stünden nicht mehr für Gesundheitsschutz, Ausbildung, Bildung, Forschung, Entwicklung, Bekämpfung von Hunger und Krankheit in den Entwicklungsländern, Altersversorgung und Infrastruktur zur Verfügung.

**Die deutsche "Klimaschutzpolitik" ist nicht sinnvoll, weil sie**

- nicht zielführend ist,
- wissenschaftlich nicht eindeutig begründet,
- finanziell nicht verantwortbar und
- unsolidarisch mit den Problemen des größeren Teils der Menschheit ist.

Dr. rer. oec., Ing. Dietmar Ufer, 04103 Leipzig

- Quellen:
- International Energy Agency IEA Statistics: CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion. Highlights 2009 (<http://www.iea.org/co2highlights/CO2highlights.pdf>)
  - Z. Jaworowski: "Carbon Cycle." NIPCC Seminar, pp. 1-21
  - "EU-Milliarden für Klimaschutz in den armen Ländern - Bundeshaushalt soll von 2020 an jährlich bis zu 3 Milliarden Euro beisteuern" Frankfurter Allgemeine Zeitung, 11. September 2009

stabilen und uns oft überraschenden Weise (Radkau (58)).

Wir sind zur zahlreichsten und gewichtigsten Spezies unter den Säugetieren geworden, die keine Feinde außer sich selbst hat, und die wie keine andere in die Materie- und Energiekreisläufe des Planeten Erde eingreift, Abgase verursacht, Müll aufhäuft, und das seit 300 Jahren. Der amerikanische Ökologe Hardin stellte 1996 fest: „Die Spezies Mensch ist ein Unglück für den Planeten Erde“.

Das ist eine einseitig priorisierende ökologische Weise der Betrachtung, die das Glück menschlichen Daseins, das immer auch ökologische Beeinträchtigungen mit sich bringt, kaum gelten lassen will. Wo ein Mensch (Roter, Gelber, Schwarzer, Weißer, Grüner) steht, kann keine Blume wachsen; die Summe menschlicher Fußabdrücke muss klein gehalten werden. Der Idealzustand des Paradieses mit der Sammlerin Eva und dem Jäger Adam ist unwiederbringlich vorbei, verloren, verweht. Unsere Glückssuche, den *pursuit of happiness*, müssen wir heute im Rahmen der gegebenen sozialen, ökologischen und ökonomischen Bedingungen vornehmen. Wir müssen zwischen diesen drei Eckpunkten kluge Kompromisse im Sinne der Agenda 21 finden. Wie zum Beispiel in der Landwirtschaft: Die Studie von Burney (166) für die USA ergab unter sonst gleichen Bedingungen und bei wachsender Bevölkerung, dass die seit 1961 intensive Landwirtschaft im Vergleich mit der Landwirtschaft vor 1961 im Hinblick auf die CO<sub>2</sub>-Emis-

sionen (Dünger, Landverbrauch, etc.) überlegen ist.

„Die aggressiv vorgetragenen Interpretationen des Einflusses von Menschen auf die modernen Klimaänderungen haben“, so sagt Thiede (143), „schon jetzt (2001) dazu geführt, dass weit reichende, uns alle betreffende wirtschaftliche, durch die bisher vorliegenden Messergebnisse aber nicht gerechtfertigte Entscheidungen getroffen worden sind. In der Forschungsförderung beobachtet man ebenfalls eine Polarisierung“.

Über den Verlauf der öffentlichen Klimadiskussionen in Deutschland 1975 bis 1995 berichten Weingart et al. mit interessanten Praxisbeispielen. Die schlussendliche mahnende Meinung ist, dass unsere moderne Gesellschaft nicht nur mit Umweltrisiken, sondern auch mit Informationsrisiken fertig werden muss. Ein dort nicht genanntes Beispiel aus der Praxis ist eine Broschüre der NATO (Huntley(145)) aus 1971/72 über die Suche nach neuen Politikfeldern wie Umwelt- und Artenschutz: „Milliarden Tonnen von CO<sub>2</sub> verseuchen die Luft; ein abnorm hoher CO<sub>2</sub>-Anteil in der Luft könnte bedeutsame Klimaänderungen bewirken“. - Die Geschichte eines anderen Informationsrisikos schrieb Taubes (146): *The soft science of dietary fat*. - Auch das Waldsterben (Kandler (88), Holzberger (89)) gehört hierher.

Das Konstrukt ‚Globalklima‘ wird berechnet aus dem Wetter; das ist ein lebendiges, hochvernetztes, offenes Nichtgleichgewichts-System. Es ist

nicht real modellierbar und nicht wahrhaftig vorhersehbar. Das gelingt auch nicht mit noch größerem Recheneraufwand und dem Einbeziehen immer weiterer systemarer Einflüsse physikalischer, chemischer und biologischer Natur. Klimaprognosen sind keine gesicherte Erkenntnis, man muss sie glauben. Was aufs Hörensagen geglaubt und weitergesagt wird, ist Mythos - der Mythos der anthropogenen Klimakatastrophe (vgl. Trömel (147)).

Die Energiepolitik in Deutschland wird gegenwärtig von Schlussfolgerungen dominiert, die sich aus dem als real existierend angesehenen anthropogenen CO<sub>2</sub>-Treibhauseffekt ergeben, Ufer (148), Kasten 16, S.73. Doch ist weder in den nächsten Jahren eine schädliche Klimaerwärmung mit Sicherheit zu erwarten, noch wird diese Erwärmung allein durch den Menschen verursacht. Es gibt keinen überzeugenden wissenschaftlichen Beweis für eine anthropogene, CO<sub>2</sub>-bedingte Erwärmung in dem Ausmaß wie das IPCC meint, sie festgestellt zu haben bzw. glaubt, sie voraussagen zu müssen, vgl. Kasten 12, 13, 14, 17. Seit 1998 sind die Globaltemperaturen nicht mehr gestiegen; die CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in der Atmosphäre nahmen zu wie bisher, siehe Titelbild.

Die Verringerung unseres Verbrauchs an fossilen Energieträgern ist mit anderen guten Gründen zu rechtfertigen als mit klimatischen, was auch für Politiker offensichtlich ist: Vermeidung von Emissionen wie CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CH<sub>n</sub>, Ruß; Schonung der begrenzten

fossilen Energieressourcen als Basis für die Synthesen der Chemie; Verkleinerung unserer geopolitischen Abhängigkeit von Energieeinfuhren, siehe Kasten 19. Für die rationale Begründung eines sparsamen Umgangs mit fossilen Energien braucht es keinen Mythos der anthropogen verursachten Klimakatastrophe, deren mediale Existenz sich aus der irrationalen Gegnerschaft gegen die industrielle Zivilisation speist. Wir, d.h. unsere durch demokratische Wahlen legitimierten parlamentarischen Vertreter, können beschließen, dass der Verbrauch fossiler Energien gedrosselt wird und die Kernkraftwerke abgeschaltet werden, aus welchen Gründen auch immer. Die Parlamentarier können aber die Begründung und damit die Verantwortung nicht auf Wissenschaftler verlagern, die wir nicht gewählt haben und die das zukünftige Klima nicht berechnen können. Auch nicht auf deren Kommissionen, Panels oder Beiräte, die dann ersatzweise per Mehrheitsentscheidung konsensual feststellen, was der Stand der Wissenschaft und die Zukunft des Klimas sein sollen. Forscher sollten keine Politik machen. "Science is the wrong tool for solving political disputes", sagte 2010 Daniel Sarewitz, Consortium for Science, Policy and Outcomes at the Arizona State University.

In einem Spektrum-Interview (Juli 2001, S. 74) bemerkte Prof. Stichweh (Soziologe): „Die moderne Wissenschaft hat ein sehr klares Bewusstsein von der Ungewissheit, dem approximativen Charakter allen Wissens. Al-

lerdings: Wenn Sie beispielsweise Klimamodelle machen, wo Ihnen massive gesellschaftliche Erwartungen gegenüberstehen - Sie sollen Empfehlungen aussprechen, der Politik Handlungsimperative auferlegen -, dann teilen Sie die Ungewissheit nach außen nicht mit, sondern versuchen, relativ eindeutige Botschaften zu liefern." Im gleichen Interview sagte Prof. Ehlers (Astrophysiker), dass die Öffentlichkeit der Wissenschaft nicht die nötigen Mittel gewähren würde, wenn sie die Unsicherheiten herausstellen würde; das sei ein praktischer Gesichtspunkt. Schrope (150) berichtet über das Zustandekommen des 3. Berichts des IPCC 2001: Für einige sei es der Gipfel wissenschaftlicher Zusammenarbeit, für andere sei es ein Sieg der Politik über die Wissenschaft, bei dem Unsicherheiten herunter gespielt werden. Eine ebenso zwiespältige Charakterisierung ist für den Bericht des IPCC 2007 angebracht, vgl. Kasten 4 und 7. Dort im Bd. 2, fand man methodisch schwerwiegende Fehler im Zusammenhang mit Himalaya-Gletschern, die mit Anlass zu einer Glaubwürdigkeitskrise des IPCC und seines Vorsitzenden Rachendra Pachauri gaben. Die Hockeystick-Kurve (Kap. 9.2, Bild 12.2) und die durch Datenklau bekannt gewordene E-Mail-Korrespondenz zwischen Mann und Jones sind weitere Anlässe, die Arbeit des IPCC kritisch zu prüfen.

Für die Begründung einer tief einschneidenden Veränderung im Verbrauch fossiler Energieträger muss die Klimawissenschaft den Effekt des CO<sub>2</sub>

besser belegen als dies bis heute geschehen ist. Das anthropogene Klimaproblem - wenn es denn eines ist - lässt sich nicht nachhaltig durch Verarmung lösen; es geht darum, durch technischen und sozialen Fortschritt die unabdingbare Sozialverträglichkeit umweltschützender Maßnahmen zu gewährleisten. Ein auf grotesken Übertreibungen beruhendes Horrorszenario ist nicht zielführend und kann das ökologische Anliegen diskreditieren. Derweil erscheint es empfehlenswert, den Vorschlägen von Binswanger (151) für eine nachhaltige Strategie des Einsatzes fossiler Energieträger zu folgen: Erhöhung der Wirkungsgrade bei allen Umwandlungen/Nutzungen mit dem Ziel, in Bälde einen weltweit fallenden Verbrauch im Bereich von 0,1 bis 0,2 % pro Jahr zu realisieren. Die Erhöhung der Energieeffizienz ist die verträglichste Ressource im Sinn der Agenda 21. Die neuen alternativen, nicht grundlastfähigen Energien sind auf diesem Weg hilfreich, jedoch können sie unser Energieproblem allein nicht lösen.

Gemäß der heutigen klimapolitisch-propagandistischen Tendenz bezeichnet man die globale Erwärmung der letzten 150 Jahre als den "Klimawandel" überhaupt und die Menschheit der entwickelten Länder (es werden immer mehr) wegen ihrer Emissionen, insbesondere des CO<sub>2</sub>, als den allein ursächlichen Klimafaktor. Mehrjährige und multidekadische Variabilitäten werden nach Beobachtung über 5, 10 oder 30 Jahren gerne als Konsequenz der nun erkennbaren langfristig kata-

strophalen Entwicklung wegen CO<sub>2</sub> interpretiert (polare Eisdecken auf Land und Ozean, Strömungen in den Weltmeeren).

Doch was verursachte die bisherige globale Erwärmung seit 1850, seit dem Ende der kleinen Eiszeit? Kann das Klima auch auf andere Anstöße als auf menschliches CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O reagieren? Sind die anthropogenen Emissionen in die Atmosphäre zu 100, 50, 10 oder 5 Prozent ursächlich? Sind andere menschliche oder natürliche Ursachen auszuschließen? Kennt man deren Beiträge? Hinweise darauf finden sich in Kap. 9 und 10. Es ist ein Rätsel, schreibt Malberg (119), wie die Politik auf der Grundlage einer der Kimavergangenheit widersprechenden Arbeitshypothese "Klimabeschlüsse" mit weitreichenden Konsequenzen begründen kann. Von 1999 bis 2008 ist die Globaltemperatur nicht gestiegen,

eher leicht gefallen, bei von 368 auf 387 ppm gestiegener CO<sub>2</sub>-Konzentration (siehe Titelbild).

Die Rolle des anthropogenen CO<sub>2</sub> kann auf Basis der vorliegenden Kenntnisse und Daten nicht abschließend beurteilt werden. Einfache, lineare Zusammenhänge für Ursache und Wirkung, wie Politiker und Umweltschützer sie suchen, die gibt es nicht. Ich traue mich nicht ohne Einschränkung zu sagen, „Es ist so“. Als skeptischer Bürger muss man trotz aller neuen Erkenntnisse immer ergänzen „Es könnte auch anders sein“ (18). Ich freue mich auf den Tag, wenn auch die Tausende von Experten des IPCC ihren Konsensus „Es ist so“ mit der bescheidenen, unpolitischen, weisen Ergänzung „Es könnte auch anders sein“ versehen werden, ganz egal was die uns dann erzählen werden.

NOTA: **Vom Regen.** (vgl. S. 34: *Klimamodellierung hat eine wesentliche Schwäche bei der Berücksichtigung der Wolken, schon damals.*)

Es setzen bißweilen die Astronomi in ihrem Lügenfeldt/(wie es einmal ein vornehmer Astronomus selber nennet: Das Feldt im Calendar/darinnen sie vom Gewitter sagen) Regen/und regnet doch nicht. Man muß es aber recht verstehen/denn die Materien des Regens wandert wunderlich umbher/unnd schwebet in der Luft auff mancherley weise herumb. Drum erfehret mans offft/das es an einem Ort regnet/im andern aber nicht/denn die Wolcken werden am Himmel auff mancherley weise umbher getrieben/Und kann derentwegen vom Regen nichts gewisses Prognosticiret werden. Wie jener Astronomus sagte/da er in seinem Calendar gezeichnet/das einen Tag gut Wetter sein würde: Lude auch auff denselben Tag Gäste in seinen Garten/vor dem Thor/Als es nun anfieng zu regnen/sagten die Gäste/er hette den Tag gut Wetter gesetzt/Antwortet er: Ich mache Calendar/Unser Herr Gott macht das Wetter. Besihe/Jesaiä 46.10. Cap. 44.24.

*Aus dem immerwährenden Kalender des M. Johannis Coleri, 1616. Gedruckt zu Wittenberg. In Verlegung Paul Helwigs, Buchführers daselbst. S. 118.*

## Kasten 17

### Solare Variabilität und Klima

1. Kurzgefasste Übersetzung eines Artikels von Eigil Friis-Christensen aus Space Science Reviews 94 411 (2000)  
„Unser Verständnis des Zusammenspiels von Sonne und irdischem Klima hat in den letzten Jahren dramatisch zugenommen. Die Sonne, ein variabler Stern, beeinflusst das Klima in wesentlich komplizierterer und vielfältigerer Weise als bisher angenommen. Der Parameter Solarkonstante ( $F_s$ , Kasten 3, Pkt. 1) allein reicht nicht aus.  
Der direkte Effekt der Gesamteinstrahlung  $F_s$  ist zu ergänzen um die Änderungen im Ultraviolett des Sonnenspektrums (5 bis 8 %), die weniger am Boden energetisch wirksam sind als dass sie die stratosphärischen Ozon-Konzentrationen beeinflussen. Damit wirken sie ein auf den Wärmehaushalt und die Strömungen in der Stratosphäre mit Folgen auch für die Troposphäre. (Darauf wies Haigh (178) schon 1996 hin. Anm. d. Verf.)  
Ein weiterer indirekter Effekt resultiert aus den Änderungen des Sonnenwinds, der seinerseits Variationen der bis in die Troposphäre und zum Boden vordringenden kosmischen Strahlung bewirkt, was zu Änderungen der Wolkenbedeckung führen kann.  
Infolge der Komplexität der Vorgänge in der Atmosphäre, ihrer Überlappung und Rückkopplung, und wegen unserer begrenzten Kenntnisse ist es schwierig, das alles zu entwirren und die potentielle Bedeutung der Effekte heraus zu schälen. Früher nahm man an, dass die Klimasensitivität unabhängig von der Art des Effekts sei. Doch so einfach ist es nicht. Man muss die unterschiedlichen Auswirkungen und Interaktionen mit anderen Effekten berücksichtigen. Die solare Variabilität könnte in Kombination der drei Effekte wirksam sein: Gesamtstrahlung, UV-Strahlung, Sonnenwind + kosmische Strahlung“ (siehe Kasten 12). Vgl. hierzu: “Low Cloud properties, galactic cosmic rays and ENSO” in (51).
2. Lesenswerte Bücher: Calder „Die launische Sonne widerlegt Klimatheorien“ (52) und Calder/Svensmark “Sterne steuern unser Klima” (163).
3. Die Rolle der Sonne bei den Änderungen des Klimas hat Rind (55) umfassend beschrieben. Ob die Sonne das Klima kontrolliert, oder ob sie über Rückkopplungen die Effekte auslöst, die dann den Ablauf dominieren, oder ob sie nur eine bequeme Erklärung für nicht beobachtete Antriebe bzw. Oszillationen im Klimasystem ist, das wird noch auf Jahre der Gegenstand von Debatten und weiterer Forschung sein. Die Ergebnisse haben auch Bedeutung für die Frage, ob der fortgesetzte Anstieg der atmosphärischen Spurengase die Reaktion des Klimasystems dominieren wird, oder ob auch deren Rolle überdeckt wird von dem Durcheinander der Rückkopplungen, wodurch Vorhersagen sich eben so schwierig gestalten wie im Fall Sonne.
4. Parker (17) betrachtet 1999 sowohl die  $\text{CO}_2$  -Emissionen der Menschheit und die zunehmende solare Aktivität als beitragende Faktoren für die globale Erwärmung. Daher sei es unabdingbar festzustellen, in welchem Ausmaß die Fakten allfällige, drastische, gefährliche und vielleicht falsch konzipierte Pläne für globale Maßnahmen stützen.
5. Alternative mögliche Beiträge für die globale Erwärmung im 20. Jahrhundert und in den letzten Dekaden werden im Kasten 5 und 12 sowie im Kap. 9.3 und 9.4 geschildert. Die Behauptung, dass das  $\text{CO}_2$  der Klimafaktor sei hängt ebenso in der Luft wie die Vision, dass mit einem Schlag *alle* Klimaprobleme gelöst wären, wenn *alle* fossilen Energieträger durch alternative Energien ersetzt werden.

## Kasten 18

Die Abkühlung der Welt, 1975. Bericht aus Newsweek vom 28. April 1975, S. 64

### The Cooling World

by Peter Gwynne

There are ominous signs that the earth's weather patterns have begun to change dramatically and that these changes may portend a drastic decline in food production – with serious political implications for just about every nation on earth. The drop in food output could begin quite soon, perhaps only ten years from now. The regions destined to feel its impact are the great wheat-producing land of Canada and the U.S.S.R. in the north, along with a number of marginally self-sufficient tropical areas – parts of India, Pakistan, Bangladesh, Indochina and Indonesia – where the growing season is dependent upon the rains brought by the monsoon.

The evidence in support of these predictions has now begun to accumulate so massively that meteorologists are hardpressed to keep up with it. In England, farmers have seen their growing season decline by about two weeks since 1950, with a resultant over-all loss in grain production estimated at up to 100.000 tons annually. During the same time, the average temperature around the equator has risen by a fraction of a degree – a fraction that in some areas can mean drought and desolation. Last April, in the most devastating outbreak of tornadoes ever recorded, 148 twisters killed more than 300 people and caused half a billion dollars' worth of damage in thirteen U.S. states.

**Trend:** To scientists, these seemingly disparate incidents represent the advance sign of fundamental changes in the world's weather. The central fact is that after three quarters of a century of extraordinary mild conditions, the earth's climate seems to be cooling down. Meteorologists disagree about the cause and extent of the cooling trend as well as over its specific impact on local weather conditions. But they are almost unanimous in the view that the trend will reduce agricultural productivity for the rest of the century. If the climatic change is as profound as some of the pessimists fear, the resulting famines could be catastrophic. „A major climatic change would force economic and social adjustments on a worldwide scale,” warns a recent report by the National Academy of Sciences, „because the global patterns of food production and population that have evolved are implicitly dependent on the climate of the present century.”

A survey completed last year by Dr. Murray Mitchell of the National Oceanic and Atmospheric Administration reveals a drop of half a degree in average ground temperatures in the Northern Hemisphere between 1945 and 1968. According to George Kukla of Columbia University, satellite photos indicated a sudden, large increase in Northern Hemisphere snow cover in the winter of 1971-72. And a study released last month by two NOAA scientists notes that the amount of sunshine reaching the ground in the continental U.S. diminished by 1.3 percent between 1964 and 1972.

To the layman, the relatively small changes in temperature and sunshine can be highly misleading. Reid Bryson of the University of Wisconsin points out that the earth's average temperature during the great Ice Ages was only about 7 degrees Fahrenheit lower than during its warmest eras – and that the present decline has taken the planet about a sixth of the way toward the Ice Age average. Others regard the cooling as a reversion to the „little ice age” conditions that brought bitter winters to much of Europe and northern America between 1600 and 1900 – years when the Thames used to freeze so solidly that Londoners roasted oxen on the ice and when iceboats sailed the Hudson River almost as far south as New York City.

Just what causes the onset of major and minor ice ages remains a mystery. „Our knowledge of the mechanisms of climatic change is at least as fragmentary as our data,” concedes the National Academy of Sciences re-

port. „Not only are the basic scientific questions largely unanswered, but in many cases we do not yet know enough to pose the key question.”

**Extremes:** Meteorologists think that they can forecast the short-term results of the return to the norm of the last century. They begin by noting the slight drop in over-all temperature that produces large numbers of pressure centers in the upper atmosphere. These break up the smooth flow of westerly winds over temperate areas. The stagnant air produced in this way causes an increase in extremes of local weather such as droughts, floods extended dry spells, long freezes, delayed monsoons and even local temperature increases – all of which have a direct impact on food supplies.

„The world's food-producing system,” warns Dr. James D. McQuigg of NOAA's Center for Climatic and Environmental Assessment, „is much more sensitive to the weather variable than it was even five years ago.” Furthermore, the growth of world population and creation of new national boundaries make it impossible for starving peoples to migrate from their devastated fields, as they did during past famines.

Climatologists are pessimistic that political leaders will take any positive action to compensate for the climatic change, or even to allay its effects. They concede that some of the more spectacular solutions proposed, such as melting the arctic ice cap by covering it with black soot or diverting arctic rivers might create problems far greater than those they solve. But the scientists see few signs that government leaders anywhere are even prepared to take the simple measures of stockpiling food or of introducing the variables of climatic uncertainty into economic projections of future food supplies. The longer the planners delay, the more difficult will they find it to cope with climatic change once the results become grim reality.

Man lese den Artikel über die 1971 von Schneider und Rasool [Science 173 138 (1971)] mit dem Computer berechnete Prognose der Abkühlung der Erde. Man stelle sich weiter die heutige Wirkung der damals vorgeschlagenen Erwärmungsmaßnahmen vor.

## Kasten 19

### 1. Mein Kommentar zu IPCC 2007, Bd. 1

### 2. Was ist zu tun? Mein Vorschlag

1. Der vierte Bericht (FAR) des IPCC 2007 zum Thema menschengemachte Klimaänderung bringt in den Aussagen zur wissenschaftlichen Basis nichts wesentlich Neues im Vergleich zum dritten Bericht aus dem Jahr 2001. Hier eine Verstärkung, dort eine Abschwächung der auf die Menschheit als Verursacher hinweisenden Argumente. Hauptverursacher der Erwärmung des Globalklimas soll das anthropogene CO<sub>2</sub> sein, bzw. die Nutzung fossiler Energien wie Kohle, Erdöl und Erdgas. Auf dieser Nutzung basiert das moderne Leben nicht nur in den entwickelten Ländern. -Der Hockeystick (Bild 12.2) fehlte im SPM 2007.

Die populäre Erklärung der Wirkung des CO<sub>2</sub> im hochkomplexen Klimasystem bedient sich des falschen Bildes vom Treibhaus bzw. vom Treibhausgas. Tatsächlich hat das CO<sub>2</sub> eine bedeutsame Infrarotaktivität: Es absorbiert und emittiert Wärmestrahlung. Diese molekulare Eigenschaft des CO<sub>2</sub> ist gut messbar und wohl bekannt. Sein anthropogener, wärmehaltender Effekt (Treibhauseffekt) ist nicht messbar. Für die Klimamodellierung wird er mit den Hypothesen der Übertragung von Wärmestrahlung in der Atmosphäre berechnet.

Es ist meine Überzeugung, resultierend aus der Lektüre der IPCC-Berichte und der wissenschaftlichen Literatur der letzten 30 Jahre, dass diese Rechnungen und die auf dieser Basis aufgebauten Klimamodelle nicht die naturwissenschaftliche Wahrheit sind: Ob also die Wirkung des anthropogenen CO<sub>2</sub> so groß ist, wie es IPCC ihm nachsagt. Die übertreibende apokalyptische Ausmalung seiner Wirkung ist Unfug. CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O (auch sehr infrarotaktiv) sind die materielle Basis für die mit Sonnenlicht betriebene Photosynthese, von der wir alle leben. Beide Stoffe sind keine Gifte, keine Schadstoffe. - So äußerte ich mich 2000 (203)

2. Unabhängig von der an CO<sub>2</sub> "angebundenen" Klimawirksamkeit sprechen genügend viele und wichtige Gründe für die Verringerung der menschengemachten Produktion von CO<sub>2</sub> bzw. für die Drosselung der Nutzung fossiler Energien. **Erstens:** Die Vorräte an diesen Energien werden in absehbarer Zeit erschöpft sein: Erdöl in Kürze, Erdgas in Bälde, Kohle auf längere (immer geologische Sicht) Sicht. Die Gewinnung und der Transport verursachen Schäden. **Zweitens:** Die Lagerstätten befinden sich in politisch sensiblen Regionen; Europa ist abhängig von Regimen, von denen es besser nicht abhängig wäre. **Drittens:** Die Drosselung der Nutzung bzw. die zunehmende Effizienz der Verbrennung wird auch die Emission von Schadstoffen (NO<sub>x</sub>, Staub, CO, CH<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, Ruß, u. a. m.) verringern. **Viertens:** Erdöl und Erdgas sind die Rohstoffe für die moderne, unentbehrliche industrielle Chemie; im Hinblick auf ihre baldige Erschöpfung ist es eine Schande, sie zur Energieerzeugung zu verbrennen. Das IPCC (2001) schlägt u. a. auch deshalb die Nutzung der grundlastfähigen Kernenergie neben den verschiedenen nicht grundlastfähigen alternativen Energien vor.

Klimaschutz ist auf Hypothesen abgestütztes Wunschdenken ohne Normalitätsbezug. Die genannten Vorteile der Drosselung sind unbezweifelbar. Die Politik sollte mit dieser kaum angreifbaren Argumentation die Wirtschaft und die Bürger veranlassen, das ökologisch Richtige im kurz- und langfristigen Sinn zu tun, und dabei das ökonomisch Notwendige nicht ausser Kraft setzen.

Dr. Heinrich Röck, 83308 Trostberg

### 13. Literaturverzeichnis:

- (1) Alpenvereinsjahrbuch, 2005, Band 129, ISBN 3-937 530-03-7. S. 15 Sylvia Hamberger, S. 17-19, Wolfgang Zängl
- (2) IPCC 2001, Intergovern. Panel on Climate Change, Bd. 1 (3rd Assm.Rep.), ISBN 0521-014956, Cambr. Uni. Press
- (3) Mann, M.E., et al., Nature 392 799 (1998)
- (4) Von Storch, H., et al. Science 306 679 (2004)
- (5) Sauer, H.D., VDI-Nachr., 5.11.2004
- (6) Briffa, K.R., Osborn, T.J., Science 295 2227 (2002)
- (7) Esper, J., et al., Science 295 2250 (2002)
- (8) McIntyre, St., McKittrick, R., Energy and Envir. 14 751 (2003)
- (9) Latif, M., Die Zeit v. 27.3.2002
- (10) Soon, W., Balliunas, S., Clim.Res. 23 89 (2003)
- (11) Schrader, C., Südd. Ztg., 13.7.2004, S. 9
- (12) Wie (1). S.25, Wilfried Haerberli, Christian Huggel, Frank Paul
- (13) Minnis, P. et al., J. Clim. 17 1671 (2004)
- (14) Pallé, E. et al., Science 304 1299 (2004)
- (15) Solanki, S.K., et al., Nature 431 1084 (2004)
- (16) Latif, M. ÖkoDirektNews, S.3, Ausgabe 2004
- (17) Parker, E.N., Nature 399 416 (1999)
- (18) Es ist so-Es könnte auch anders sein. Helga Novotny, Ed. Suhrkamp, Reihe „Erbschaft unserer Zeit“, Bd. 4 (1999)
- (19) v. Rauchhaupt, U. FAZ Sonntag, m 5.12.2004
- (20) <http://www.umweltbundesamt.de/klimaschutz/ksonne.htm>
- (21) <http://www.chemie-online.ch-das-chemieportal>
- (22) Böhm, R., Alpenvereinsjahrbuch 2000, S. 117-137. ISBN 376338068X
- (23) Patzelt, G., Sonderdruck der Öster. Akad. d. Wiss., Philos.-Hist. Klasse „Sozialpolitik und Ökologieprobleme“, Wien 1999, S. 395-406
- (24) Patzelt, G., Rundgespr. Bayr. Akad. Wiss., Bd. 18, Verl. Dr. Fr. Pfeil, München 2000, S. 119-125, ISBN 3-931516-71-7
- (25) Crok, M. Techn. Rev., März 2005, S. 40
- (26) Bartels-Rausch, Th., NZZ 2.6.2005, S. 45
- (27) Solanki, S.K., Rundgespr. Bayr. Akad. Wiss., Bd. 28, Verl. Dr. Fr. Pfeil, München 2005, S. 111-122, ISBN 3-89937-051-1
- (28) Fiedler, F., ebenda, S. 69-79
- (29) Heintzenberg, ebenda, S. 81-91
- (30) Volz, H., ebenda, S. 93-106
- (31) Wild, M., et al., Science 308 847 (2005)
- (32) Pinker, R.T. et al., Science 308 850 (2005)
- (33) Charlson, R.J. et al., Science 308 806 (2005)
- (34) Wielicki, B.A. et al., Science 308 825 (2005)
- (35) Paul, F. et al., Geophys.Rev. Lett. 31: L 21402, doi: 10.1029/2004 GL020816
- (36) Heath J., et al., Science 309 1711 (2005)
- (37) Bellamy, P.H., et al., Nature 437 245 (2005)
- (38) Schulze, E.D., Freibauer, A., Nature 437 205 (2005)
- (39) Mangini, A., et. al., Earth and Planetary Science Letters 235 741 (2005)
- (40) Ferretti, D.F., et al, Science 309 1714 (2005)
- (41) Patzelt, G., SZ 5.8.2005 (Interview mit S. Beck)
- (42) Veizer, J., Geoscience Canada 32 13 (2005)
- (43) Ciais, P. et al., Nature 437 529 (2005)
- (44) Furrer, G., Abhandl. d. Math.-Naturw.Klasse d. Akad. d. Wiss. u. Lit. zu Mainz (2004) Nr. 2, S. 60 bis 65
- (45) Frenzel, B., wie bei (44), S. 50 bis 56
- (46) Raschke, E., Ohmura, A., Wild, M., et al., Int. J. Climatol. 25 1103 (2005)
- (47) Keppler, F., et al. Nature 439 187 (2006)
- (48) Osborn, T.J., Briffa, R., Science 311 841 (2006)
- (49) Bryden, H.L., et al., Nature 438 655 (2005)
- (50) Schiermeier, Q. Nature 430 256 (2006) und Spektrum d.Wiss. 4, 2006, S.94
- (51) Marsh, N., Svensmark, H., J. Geophys. Res. 108, D6, AAC 6-1-11-DOI:10:1029 (2003)
- (52) Calder, N., Die Launische Sonne, Böttiger Verl. Wiesbaden, 1997, ISBN 3-925725-31-8
- (53) Rahmstorf, S., et al., Eos 85 28, (2004)
- (54) Spiegel, Heft 17/2006: Fieberkurve der Nation
- (55) Rind, D., Science 296 673 (2002)
- (56) Treydte, K. S., et al., Nature 440 1179 (2006)
- (57) Gubbins, D., et al., Science 312 900 (2006)
- (58) Radkau, J.: Natur und Macht, Weltgeschichte d. Umwelt, Beck München (2000)

- (60) Markl, H.: Wissenschaft im Widerstreit, VCH, Weinheim (1990)
- (61) Kaiser, J., Science 287 1188 (2000)
- (62) Maddox, J. Time, 29.03.1999
- (63) Santer, B.D., et al., Science 287 1227 (2000)
- (64) Thüne, W.: Der Treibhaussschwindel, Wirtschaftsverlag Discovery Press, Saarbrücken (1998)
- (65) Ruelle, D., Nature 411 27 (2001)
- (66) Marion Gräfin Dönhoff in "Die Zeit" vom 9.7.1993
- (67) Maddox, J. Nature. 383 (1996)
- (68) Böttcher, F., Heuseler, H., Handelsblatt 24.2.1999, S. 45
- (69) Luhmann, H. J., NZZ 29.3.2000, S. 55
- (70) Siefert, R. P.: Rückblick auf die Natur, Luchterhand München (1997)
- (71) Schneider, S., Discovery Mag. 10 47 (1989)
- (72) Saasin, W., J., Jäger, J., di Primio, J., Fischer, W. : Das Klimaproblem zwischen Naturwissenschaften und Politik, S. 104 (1988). KFA Jülich
- (73) Collins, H., Pinch, T.: Der Golem der Forschung. Berlin Verlag (1999)
- (74) Marsh, N., Svensmark, H., Phys. Rev. Let. 85 5404 (2000)
- (75) Charlson, R. J., et al., Science 292 2025 (2001)
- (76) Udelhofen und Cess, Geophys. Res. Let. 28 2617 (2001)
- (77) Calder, N.: Die launische Sonne, Dr. Böttiger Verlag, Wiesbaden (1997)
- (78) Solanki, S. K., Schüssler, M., Fligge, M., Nature 408 445 (2000)
- (79) Andreae, M. O., Nature 380 389 (1996)
- (80) Andreae, M. O., Nature 402 671 (2001)
- (81) Charlson, R. J., Heintzenberg, J.: Aerosol Forcing of Climate, John Wiley Sons, Chichester (1995)
- (82) Thompson, M., Rayner, St: Cultural Discourses, S. 271, in Human Choice and Climate Change, Vol. 1, Battelle Press
- (83) Petition der AG der Umweltbeauftragt. d. Gliedkirchen d. Ev. Ki. in D: Klimawandel, Handeln wir jetzt. Unterschriftensammlung 1.10.1996 bis 31.1.1997.
- (84) Barnett, T., Hasselmann, K., Bull Amer. Meteorol. Soc. 80 2631 (1999)
- (85) Oreskes, N., Shrader-Frechette, K., Berlitz, K., Science 263 641 (1994)
- (86) Jaworowski, Z., 21st Century 12 Heft 4, 64 (1999)
- (87) Kerr, R., Science 291 566 (2001)
- (88) Kandler, O. Unasyva 44 Heft 3, 39 (1993)
- (89) Holzberger, R.: Das sogenannte Waldsterben, Verl. W. Eppe, Bergatreute (1999)
- (90) Sauer, H. D., Neue Züricher Ztg. 29.8.2002, S. 5
- (91) Mudelsee, et al., Nature 425 166 (2003)
- (92) Bünz, E., Leserbrief Frankf. Allg. Ztg. 28.8.2002
- (93) Glaser, R.: Klimageschichte Mitteleuropas seit 1000 Jahren, Wiss. Buchges. Darmstadt (2001)
- (94) Becker, A., Grünwald, U., Science 300 1099 (2003)
- (95) Röthlisberger, G., Neue Züricher Ztg. 29.4.1998 S. 41
- (96) Vischer, D. L., Neue Züricher Ztg. 12.11.1997 S. 39
- (97) Pfister, Chr., Wetternachhersage, 500 Jahre Klimavariationen und Katastrophen, Verlag Paul Haupt, Bern (1999)
- (98) Grassl, H., Science 288 1991 (2000)
- (99) Urban, M.: Wie die Welt im Kopf entsteht, Verlag Eichborn, Berlin (2002)
- (100) Tickel, C., Science 297 737 (2002)
- (101) Vogel, G., Science 297 28.8.2002
- (102) Pielke, R. A., Nature 416 367 (2002)
- (103) Schuh, H., Die Zeit, 27.3.2003
- (104) v. Storch, H., Stehr, N.: Klima, Wetter, Mensch, C. H. Beck (1999)
- (105) Bengtson, L., Science 293 440 (2001)
- (106) Vinnikov, K. Y., Robock, A., Geophys. Res. Lett. 29 (2002) 10. 1029/2001
- (107) Noren, A. J., et al., Nature 419 821 (2002)
- (108) Moy, C., et al. Nature 420 163 (2002)
- (109) Easterling, D. R., et al. J. Geophys. Res. 105 (2000) 20. 101
- (110) Palmer, T. N., Raisänen, J., Nature 415 512 (2002)
- (111) Milly, P. C. D., et al. Nature 415 514 (2002)
- (112) Schnur, R., Nature 415 483 (2002)
- (113) Bagla, P., Science 297 1265 (2002)
- (114) Bryden, H. L. Science 300 2086 (2003)
- (115) Oeppen, J., Vaupel, W. Science 296 1029 (2002)
- (116) Gerlich, G., Symp. Eur. Akad. Umw. fr., Leipzig 9. - 10.11.1995, S. 115
- (117) IPCC 1994, Radiative Forcing of Climate, S. 174
- (118) Volz, H., Erdgas, Kohle 116 431 (2000)
- (119) Malberg, H., <http://www.Berliner Wetterkarte.de>-15.9.2009; 27.1.2009; 7.5.2008; 29.8.2007
- (120) Christensen, J. H., Christensen, O. B. Nature 421 805 (2002)

- (121) Ohmura, A., Wild, M., Science 298 1345 (2002)
- (122) Roderick, M. L., Farquhar, Science 298 1410 (2002)
- (123) Bernath, P. F., Science 297 943 (2002)
- (124) Callegari, A., et al., Science 297 993 (2002)
- (125) Raschke, E., Hollmann, R., CO<sub>2</sub>-Kolloquium Dechema 11.10.2001
- (126) Wiesner, J., Zellner, R., Nachr. a. d. Chemie 50 Januar 2002, S. 23
- (127) Hug, H., Chem. Rdsch., 9.8.2001
- (128) Hug, H., Chemkon 7 4 (2000)
- (129) Dietze, P., Chemkon 8 99 (2001)
- (130) Mewon, S., Hansen, J., et al. Science 297 2250 (2002)
- (131) Chameides, W. L., Bergin, M., Science 297 2214 (2002)
- (132) Ramanathan, V., Hansen, J., et al., Geophys. Res. Lett 30 No. 6 1324
- (133) Raschke, E., Fresenius J. Anal. Chemie, 371 791 (2001)
- (134) Thüne, W.: Freispruch für CO<sub>2</sub>, edition steinhertz, Wiesbaden
- (135) Charlson, R. J., Heintzenberg, J., et al. Science 300 1103 (2003)
- (136) Vogelmann et al., Geophys. Res. Lett. 30 (2003) 1655
- (137) Kalnay, E., Cai, M., Nature 423 528 (2003)
- (138) Bodenschatz, E., et al. Science 327 970 (2010)
- (139) Brasseur, G., Die Zeit 4.3.2010, S. 30 (Interview mit Hans Schuh)
- (140) Graßl, H., Technik München, Mittlg. Bl. Techn. Wiss. Ver. München (1994), 3, 4
- (141) Schiermeier, Q., Nature, 4.2.2010
- (142) Rind, D., Science 284 105 (1999)
- (143) Thiede, J., VDJ-Nachr. 3. 5. 2001, S. 23
- (144) Huntley, J. R.: Das atl. Bündnis und die Umweltkrise, 2. Aufl. Okt (1972) S. 11
- (145) Huss, M., et al., Geophys. Res. Lett. 37 L 10501(2010)
- (146) Taubes, G., Science 291 2536 (2001)
- (147) Trömel, M.: Wissenschaft und Mythenbildung. In: Irrationale Technik-adaptionen; Bd 3 d. Reihe "Ethik - Gesellschaft - Wirtschaft", S. 178 (1997)
- (148) Ufer, D., in Energie, Umwelt, Wirtschaft: Visionen statt Illusionen. Schriftenreihe d. Inst. f. Energetik und Umwelt. Teubner (1999), S. 28-82
- (149) Titz, S., NZZ 1.9.2010, S.1, 4
- (150) Schrope, M., Nature 412 112 (2001)
- (151) Binswanger, H. C., Südd. Ztg. Nr. 62, 15. 3. 2000, S. 27
- (152) Kraus, H., Ebel, U.: Risiko Wetter; Springer, Berlin (2003)
- (153) Heffernan, O., Nature 463 1014(2010)
- (154) Bagla, P., Science 326 925 (2009); darin Aussagen von Schröder, Alfurd, Kumar.
- (155) v. Storch, H., Stehr, N., Die Zeit, Nr. 37 v. 10.9.1993
- (156) Velicogna, J. Wahr, J., Science 311 1754 (2006)
- (157) Crutzen, P., Graedel, T. E.: Chemie d. Atmosphäre, Spektrum Akad. Verl. Heidelberg 1994
- (158) Tollefson, J., Nature 467 14 (2010)
- (159) Titz, S., Spektrum, April 2005, S. 26
- (160) Titz, S., Spektrum, Februar 2009, S. 21
- (161) Bahnsen, U., Die Zeit 2.6.2010, S. 31
- (162) Kuri, J., FAZ 4.6.2010, S. 36
- (163) Calder, N., Svensmark, H., Sterne steuern unser Klima, Patmos Verl. (2008), ISBN 978-3-491-3601-9
- (164) Hay, S., et al., Nature 465 342 (2010)
- (165) Oreskes, N., Conway, E.M., Nature 465 686 (2010)
- (166) Burney, J. A., Proc. Natl. Acad. Sci. USA, zitiert in Nature 465 853 (2010)
- (167) Ruddiman, W. F., Science 328 838 (2010)
- (168) Lempinen, E. W., Science 328 1121 (2010)
- (169) Meyer, J., DAV-Panorama August 2010, S.11
- (170) Kitcher, P., Science 328 1230 (2010)
- (171) Schulze, G.: Krisen; Schrift Nr. 1920 d. Vontobel Schr. reihe (2010)
- (172) Lüdecke, H. J.: CO<sub>2</sub> und Klimaschutz, Bouvier Verlag Bonn (2007)
- (173) Singer, S. F., Avery, D. T.: Unstoppable Global Warning, Rowman and Littlefield Publishers Inc. (2008) ISBN-13:978-0-7425-5124-4
- (174) Connor, A. Z. Chem. Engng, News 20.4.2009, S.9
- (175) Lindzen, R. S. Bull. Am. Met. Soc. 71 288 (1990)
- (176) Kerr, A. R., Science 326 28 (2009)
- (177) Jacobson, M. J. Geophys. Res.
- (178) Haigh, J. D., Science 272 981 (1996)
- (179) Jacobson, M. Z., J. Geophys. Res. (Atmospheres), in press March 15.2010
- (200) Puls, K. E., Naturw. Rdsch. 61 566 (2008)

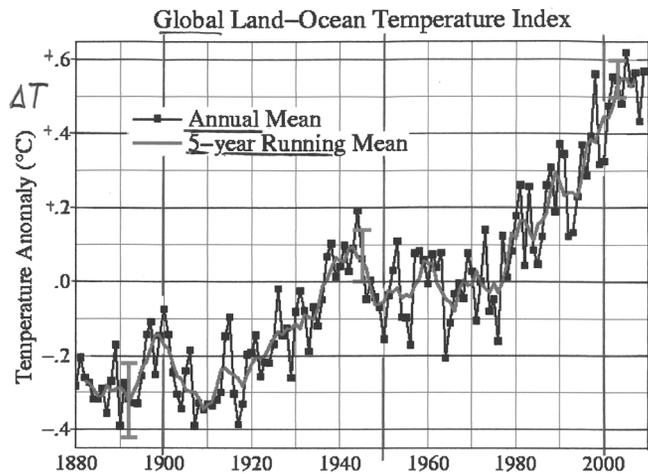
- (201) Sarewitz, D. , Nature 467 26 (2010)  
 (202) Kimtisch, E., Science 329 1135 (2010)  
 (203) Röck, H., Chem. Techn. 52 104 (2000)  
 (204) Miller, H., Die Zeit, 6.6.2007  
 (205) Miller, H., Die Zeit, 10.1.1997, S. 11  
 (206) Stocker, Th. F., Schilt, A., Nature 456 331 (2008)  
 (207) Malberg, H., <http://www.berliner-wetterkarte.de>, 28.9.2010

### Nachtrag zu Kasten 2, Pkt. 1 und 3, Wärmeinseln.

Über scheinbare und tatsächliche Klimaerwärmung berichtet Malberg (207). Er vergleicht die Temperaturmessungen an den Stationen Hohenpeissenberg, Prag, Berlin-Dahlem, Basel, Wien (H, P, D, B, W). Hohenpeissenberg befindet sich 60km südlich von München in ca. 1000m Höhe. H dient als Referenzstation für einen nicht oder nur gering von der Verstädterung beeinflussten Messort. Ganz im Gegensatz zu P, D, B, W. In folgender Tabelle bedeutet A den an den fünf Orten festgestellten Temperaturunterschied zwischen den Jahren 1850 und 2000. U ist der Unterschied der Anstiege zum Referenz-Anstieg der Station H. A wird ermittelt aus den mittleren dekadischen Temperaturzunahmen  $\Delta$  der Stationen.

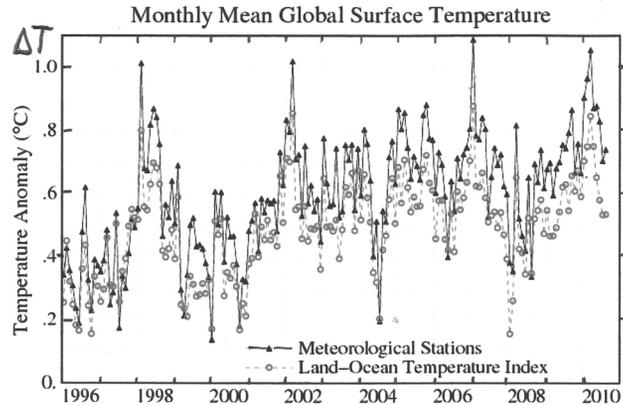
	Station	H	P	D	B	W
A	°C/150a	0,76	1,14	0,89	1,58	1,30
U	°C/150a	0	0,4	0,1	0,8	0,5
$\Delta$	°C/10a	0,05	0,08	0,06	0,11	0,09

Mit der nicht unbegründeten Annahme, dass H vom Wärmeinseleffekt frei ist, betrachtet Malberg die H-Temperaturmessreihe als repräsentativ für die Region Mitteleuropa, womit sich dann die Zahlen der Zeile U als Messfehler infolge des städtischen Wärmeinseleffekts deuten lassen. Dieser erklärt sich einmal mit der Speicherung von Wärme in der Bebauung und mit der geringeren Verdunstungskühlung wegen der Kanalisation, womit die Ansiedlung mediterraner Pflanzen und das frühere Blühen heimischer Blumen ermöglicht wird. Malberg meint, dass die Erwärmung (1,23°C) Mitteleuropas seit 1850 um 0,5°C (Mittel der Zeile U für PDBW) zu hoch eingeschätzt wird (also nur 0,7°C).



**Bild 17**

Veränderungen 1880 bis 2009 des Jahresmittels der globalen Temperatur an der Oberfläche. Basisperiode 1951 bis 1980. Die Linie mit Quadraten sind die Jahreswerte. Die durchlaufende Linien sind die fünfjährigen laufenden Mittel. NASA, Goddard Institute.



**Bild 18**

Veränderung 1996 bis 2010 der Monatsmittel der globalen Temperatur an der Oberfläche. Basisperiode 1951 bis 1980. Die Linie mit Dreiecken zeigt nur die Daten meteorologischer Stationen. Die runden Punkte geben die Land-Ozean-Daten an, wobei die Ozean-Daten aus Satellitenmessungen ermittelt wurden. NASA, Goddard Institute.