©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

ABHANDLUNGEN DER GEOLOGISCHEN BUNDESANSTALT
Abh. Geol. B.-A. | ISSN 0016–7800 | ISBN 3-900312-97-4 | Band 53 | S. 55–58 | Wien, November 1996

Weltklima im Wandel – Der Mensch in Konkurrenz zur Natur*)

CHRISTIAN-DIETRICH SCHÖNWIESE**)

3 Abbildungen

Klima
Klimageschichte
Treibhauseffekt

Inhalt

1. Einführung 55
2. Zur Klimageschichte 56
3. Anthropogener Treibhauseffekt 57
4. Konkurrenzsituation und Konsequenz 57
Literatur 58

1. Einführung

Klima ist das statistische Verhalten bestimmter atmosphärischer Größen wie Temperatur, Niederschlag usw. in relativ großen charakteristischen Zeiten, die i.a. mit mehrjährigen Betrachtungen beginnen und in der Retrospektive prinzipiell erst beim Alter der Erde (4,6 Milliarden Jahre) enden (SCHÖNWIESE, 1994). Die Klimadaten, die uns Einblicke in die Klimageschichte gewähren und welche die Grundlage statistischer Analysen und Hypothesen darstellen, beruhen teils auf direkten Messungen (Neoklimatologie, annähernd flächendeckend seit ca. 100 Jahren, maximal seit ca. 300 Jahren), teils auf direkten oder indirekten historischen Informationen und teils auf den Rekonstruktionen der Paläoklimatologie (vor allem geologische, glaziologische und biologische Informationsquellen (FRAKES, 1979; FRENZEL et al., 1992; SCHÖNWIESE, 1992; M. SCHWARZBACH, 1974).

Träger der überaus vielfältigen und komplizierten Klimaprozesse ist das Klimasystem, das aus den Subsystemen Atmo-, Hydro-, Kryo-, Pedo-, Litho- und Biosphäre besteht, vgl. Abb. 1. Durch interne Wechselwirkungen in diesem System (atmosphärische und ozeanische Zirkulation, El-Niño-Phänomen; ARNTZ & FAHRBACH, 1991) als Beispiel atmosphärisch-ozeanischer Wechselwirkungen usw.) und externe Einflüsse auf dieses System (z.B. solare Einflüsse, Vulkanismus) lassen sich größtenteils die Klimavariationen erklären; denn seit die Erde existiert, ist das Weltklima im Wandel (SCHÖNWIESE, 1992) und ohne die möglichst genaue Erfassung dieser wiederum überaus vielfältigen und komplizierten natürlichen Klimavariationen in Zeit und Raum ist die Diskussion anthropogener Eingriffe wenig sinnvoll.

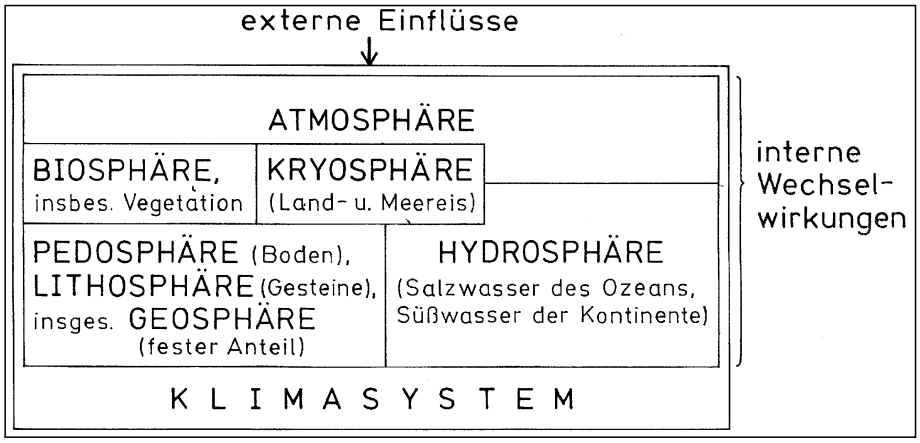

Abb. 1.
Schema des Klimasystems (SCHÖNWIESE, 1994).

*) Vortrag beim Symposium „Apocalypse Now?“, Geologische Bundesanstalt, Wien, 2. Februar 1995.
**) Anschrift des Verfassers: CHRISTIAN-DIETRICH SCHÖNWIESE, Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Frankfurt/Main, Postfach 111932, D-60054 Frankfurt am Main.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

2. Zur Klimageschichte

Nur extrem verkürzt können hier einige Fakten zur Klimageschichte angemerkt werden. Aus den diversen Informationsquellen (z.B. FRAKES, 1979; FRENZEL et al., 1992; JONES et al., 1991; SCHÖNWIESE, 1992; M. SCHWARZBACH, 1974), vgl. Abb. 2, ergibt sich in der Zeitskala der letzten Jahrmilliarde die Dominanz eines akryogenen (ohne Eisbildungen auf der Erdoberfläche) Warmklimas, das episodisch von den sog. Eiszeitaltern unterbrochen worden ist. Das noch andauernde quartäre Eiszeitalter und wahrscheinlich auch frühere Eiszeitalter zeigen ein Wechselspiel von Kalt- und Warmzeiten (Glaziale und Interglaziale). Seit dem Übergang von der letzten Kaltzeit (Würm-Glazial) in die derzeitige Warmzeit (Holozän, sog. Postglazial) vor ca. 11 000 Jahren hat die nordhemisphärische und wohl auch globale bodennahe Lufttemperatur (zeitlich geglättet, vgl. Abb. 2) nur noch ein Schwankungsausmaß von ca. 1°C aufgewiesen. Dies gilt selbstverständlich nicht für die regional und jahreszeitlich aufgelösten Klimavariationen, die hier leider ebenso ausgeklammert bleiben müssen wie die über die Temperatur hinausgehenden Klimaelemente. Als grobe Vergleichsbasis für die nun zu diskutierenden anthropogenen Klimaänderungen, in Abb. 2 (unten) als „Super-Warmzeit" der Zukunft angedeutet, ist eine solche Betrachtung aber durchaus zweckdienlich.

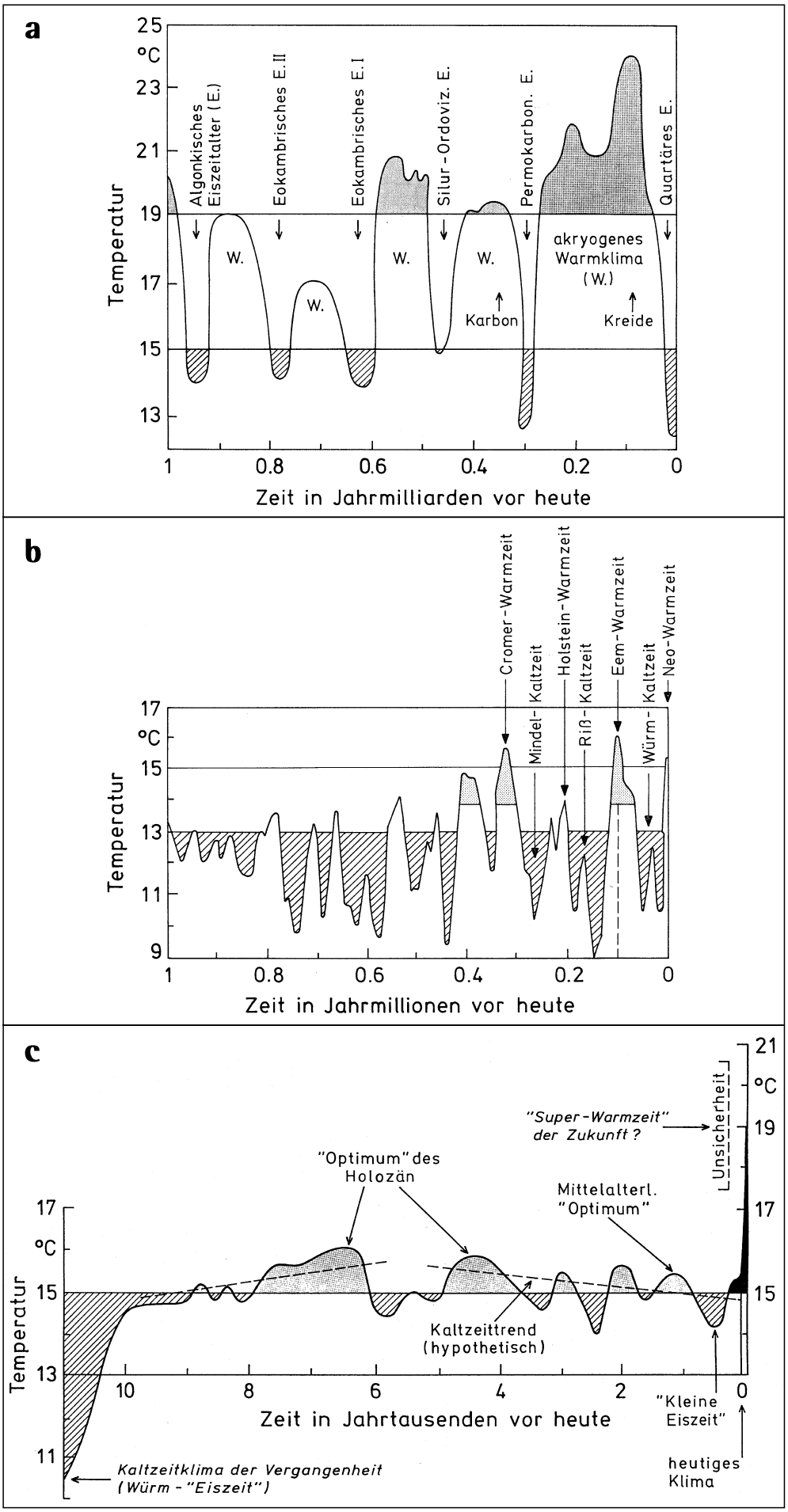

Abb. 2.
Übersicht der nordhemisphärisch gemittelten Variationen der bodennahen Lufttemperatur in den letzten 10^4, 10^6 und 10^9 Jahren, im letzteren Fall mit Vorhersage einer "Super-Warmzeit" aufgrund des anthropogenen "Treibhauseffektes" (viele Quellen, hier nach SCHÖNWIESE [1992], ergänzt nach HOUGHTON et al. [1990]).

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

3. Anthropogener Treibhauseffekt

Unter den anthropogenen Eingriffen in das Klimageschehen steht die anthropogene Verstärkung des sog. „Treibhauseffektes“ mit Recht im Zentrum wissenschaftlicher und öffentlicher Aufmerksamkeit, weil daraus Änderungen des Weltklimas resultieren könnten, mit dem Risiko, daß sie in ihrer Kombination von Ausmaß und Geschwindigkeit (nicht aber im Ausmaß allein) die natürlichen Klimavariationen überflügeln (HOUGHTON et al., 1990; SCHÖNWIESE, 1992).

Der natürliche „Treibhauseffekt“ besteht darin, daß bestimmte atmosphärische Spurengase wie Wasserdampf (H_2O, Anteil am Klimaeffekt 62 %), Kohlendioxid (CO_2, Anteil 22 %) und andere durch Absorption im infraroten Spektralbereich die Wärmeausstrahlung der Erdoberfläche und unteren Atmosphäre verringern, ohne daß eine Kompensation im Spektralbereich der solaren Einstrahlung eintritt. Nach gängigen Vorstellungen hat dies eine Anhebung der bodennahen Weltmitteltemperatur um 33°C (von –18°C auf +15°C) zur Folge (HOUGHTON et al., 1990; SCHÖNWIESE, 1994).

Verschiedene menschliche Aktivitäten, allen voran die Nutzung fossiler Energie (einschließlich Verkehr), aber auch Waldrodungen, Stickstoffdüngung, FCKW-Einsatz usw. sind mit der Emission solcher klimawirksamer Spurengase verbunden, was zu entsprechenden atmosphärischen Konzentrationsanstiegen geführt hat, beim CO_2 beispielsweise von 280 ppm (um 1800) auf knapp 360 ppm heute (Mauna-Loa-Meßwert 1994: 358 ppm). Ohne Zweifel hat das eine anthropogene Verstärkung des „Treibhauseffektes“ und somit weltweite Klimaänderungen zur Folge. Bei einem 100-Jahre-Zeithorizont werden dabei die Beiträge der Treibhausgase wie folgt eingeschätzt (HOUGHTON et al., 1990): CO_2 61 %, CH_4 (Methan) 15 %, FCKW (Fluorchlorkohlenwasserstoffe) 11 %, N_2O (Distickstoffoxid) 4 %, Rest (dabei vor allem bodennahes Ozon, O_3) 9 % (H_2O tritt hier nur indirekt als Rückkopplungsmechanismus in Erscheinung).

Bei Trendfortschreibung könnte bis zum Jahr 2025 eine Verdoppelung der „Treibhausgas“-Konzentrationen gegenüber dem vorindustriellen Niveau eingetreten sein (sog. äquivalente CO_2 -Konzentration; HOUGHTON et al., 1990). Nach Klimamodellrechnungen entspricht dies einem Anstieg der bodennahen Weltmitteltemperatur um ca. 1–3°C (bis 2100 ca. 3–6,5°C, vgl. wiederum Abb. 2), mit Maximalwerten im arktischen Winter (HOUGHTON et al., 1990). Außerdem werden u.a. Niederschlagsumverteilungen und Windänderungen diskutiert. Bei alledem bestehen aber große quantitative und regionale Unsicherheiten.

4. Konkurrenzsituation und Konsequenz

Diese Unsicherheiten erfordern umfassende Analysen der Klimabeobachtungsdaten mit dem Ziel, dort den anthropogenen „Treibhauseffekt“ zu erkennen (sog. Signalanalyse). Dies wird durch die Konkurrenzsituation weiterer anthropogener Einflüsse sowie natürlicher Klimavariationen sehr erschwert. Abb. 3 zeigt das Ergebnis einer statistischen Klimamodellierung (SCHÖNWIESE, 1992, 1994), bei der es weitgehend gelingt, die mittleren nordhemisphärischen Temperaturvariationen (10-jährig geglättet) in Zusammenhang mit der Wirkung der „Treibhausgase“, der vulkanischen und solaren Aktivität und dem El-Niño-Phänomen zu reproduzieren. Daraus läßt sich das „Treibhaussignal“ separieren (vgl. wiederum Abb. 3) und extra-

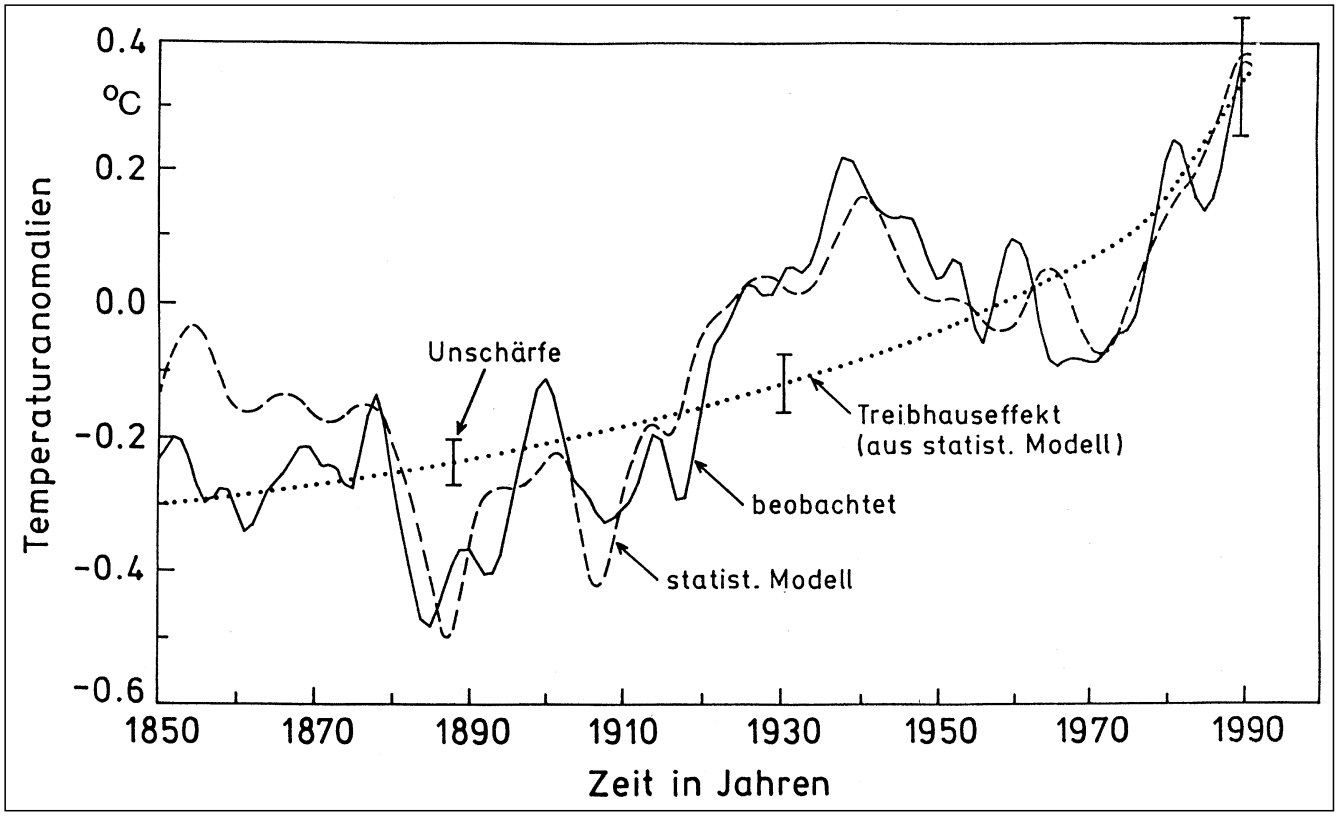

Abb. 3.
Beobachtete, zehnjährig geglättete Variationen der nordhemisphärisch gemittelten bodennahen Lufttemperatur 1851–1990, Reproduktion durch ein multiples statistisches Klimamodell (SCHÖNWIESE, 1994; SCHÖNWIESE et al., 1994) und daraus abgeschätzter anthropogener „Treibhauseffekt“ (daneben sind vulkanische, solare und El-Niño-Einflüsse berücksichtigt).

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

polieren, was in diesem Fall bis zum Jahr 2025 gegenüber dem vorindustriellen Niveau einen Temperaturanstieg um ca. 1,5–2,0°C ergibt (nord-, wie südhemisphärisch), offenbar in guter Übereinstimmung mit den zuvor genannten physikalisch orientierten Klimamodellrechnungen (SCHÖNWIESE et al., 1994).

Auch wenn dies nur eine Hypothese sein kann und weitere Indizien sowie Konkurrenten des anthropogenen „Treibhauseffektes" hier nicht diskutiert werden können, lautet die Konsequenz: Trotz Unsicherheiten angesichts von Risiken und Wahrscheinlichkeiten handeln. Im Detail ist die UN-Klimarahmenkonvention zu konkretisieren und in Emissionsminderungsmaßnahmen der einzelnen Nationen umzusetzen.

Literatur

ARNTZ, W.E. & FAHRBACH, E. (1991): El-Niño. Klimaexperiment der Natur. – Birkhäuser, Basel.

FRAKES, L.A. (1979): Climate Throughout Geologic Time. – Elsevier, Amsterdam.

FRENZEL, B. et al. (1992): Atlas of Paleoclimate and Paleoenvironment of Northern Hemisphere. – G. Fischer, Stuttgart.

HOUGHTON, J.T. et al. (1990): Climate Change. The IPCC Scientific Assessment. Supplementary Report, 1994: Radiative Forcing Report. – Cambridge Univ. Press, Cambridge 1992.

JONES, P.D. et al. (1991): In M.E. SCHLESINGER (ed.): Greenhouse-Gas-Induced-Climatic Change: A Critical Appraisal of Simulations and Observations. – 153–152, Elsevier, Amsterdam.

SCHÖNWIESE, C.-D. (1992): Klima im Wandel. – DVA, Rowohlt, Reinbek (aktualisierte Taschenbuchausgabe) Stuttgart 1994.

SCHÖNWIESE, C.-D. (1994): Klimatologie. – Ulmer, Stuttgart.

SCHÖNWIESE, C.-D. et al. (1994): Das „Treibhaus"-Problem: Emissionen und Klimaeffekte. – Bericht Nr. 96, Inst. Meteorol. Geophys., Univ. Frankfurt/Main.

SCHÖNWIESE, C.-D. (1995): Klimaänderungen. Daten, Analysen, Prognosen. – Springer, Berlin.

SCHWARZBACH, M. (1974): Das Klima der Vorzeit. – Enke, Stuttgart.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 3. März 1995

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt in Wien

Jahr/Year: 1996

Band/Volume: 53

Autor(en)/Author(s): Schönwiese Christian-Dietrich

Artikel/Article: Weltklima im Wandel - der Mensch in Konkurrenz zur Natur 55-58