

# Kommentar zum Aufsatz

von

*G.V. Chilingar, Sorokhtin, O.G., Khilyuk, L. und Gorfunkel, M.V. (2008): Greenhouse Gases and Greenhouse Effect, Env. Geol. doi: 10.1007/s00254-008-1615-3*

Da diese Arbeit nicht frei verfügbar ist, kann sie aus rechtlichen Gründen hier nicht vollständig gezeigt werden. Wir haben aber die im Folgenden angesprochenen Formeln ausgeschnitten und als Anhang beigefügt, ferner die vollständigen ersten beiden Seiten des Aufsatzes, wobei bereits S. 1 vom Verlag als Preview frei im Internet zur Verfügung gestellt wurde.

Die Autoren Chilingar et al., im Folgenden CS, gehen von der in den Lehrbüchern beschriebenen Poisson Gleichung aus, ohne diese zu benennen. Diese lautet

$$\frac{T}{T_0} = \left( \frac{p}{p_0} \right)^\alpha$$

Für  $T_0$  setzen CS die aus der Bilanzgleichung Sonneneinstrahlung gleich Erdabstrahlung bekannte Relation inklusive Stephan-Boltzmann Gesetz ein (CS, s. Glg. 1 im Anhang sowie erläuternder Text). Dabei berücksichtigen sie nach ihren Angaben den Präzessionswinkel - sie meinen wohl den Obliquitätswinkel - von  $\psi = 23,44^\circ$ , der allerdings über ein Jahr gemittelt keine Rolle spielt. Damit erhalten sie eine Oberflächentemperatur der Erde von 263,5 K. Um die gemessene mittlere Oberflächentemperatur von 288 K für  $T_0$  zu erreichen, wird von CS in Glg. 1 ein willkürlicher Parameter  $b^\alpha$  als Faktor eingeführt, der über diese Temperaturdifferenz bestimmt wird, mit dem Ergebnis  $b^\alpha = 1,093$ . Eine Erklärung für diese „Korrektur“ über  $b^\alpha$  bleiben CS schuldig. Sie wird lediglich als „Scaling Factor“ bezeichnet.

Als nächstes wird der Parameter  $\alpha$  an den gemessenen troposphärischen Temperaturgradienten angepasst, mit dem Ergebnis  $\alpha = 0,1905$ . Die Differenz zum trockenadiabatischen Koeffizienten  $\alpha_{trocken} = 0,286$  wird durch zwei zusätzliche eingeführte Wärmekapazitäten  $C_w$  und  $C_r$  für die latente Wärme des Wasserdampfes und der Absorption von Sonneneinstrahlung und IR-Erdabstrahlung erklärt (CS, s. Glg. 3 und 4a sowie 4b).

$$C_w + C_r = \frac{R}{\mu \cdot \alpha} - C_p$$

( $C_p$  = Wärmekapazität der Atmosphäre bei konstantem Druck)

Der atmosphärische Treibhauseffekt wird somit von CS durch eine modifizierte Poisson-Gleichung beschrieben, die per se nur für trockenadiabatische Vorgänge in der Atmosphäre abgeleitet wurde und die zudem nur in der Troposphäre bis ungefähr 200 mbar Druck, also grob 10 km Höhe gültig ist. Der wesentliche Teil der Treibhausgas-Wirkung von  $\text{CO}_2$ , die Abstrahlung, erfolgt schließlich erst vom oberen Rand der Troposphäre, der Tropopause und Stratosphäre aus. Die einfache Exponentialbeziehung der Glg. 1 von CS gilt hier sowieso nicht mehr. Alleine daraus wird schon klar, dass die Ableitung von CS physikalisch keine Basis besitzt. Im Übrigen bleibt festzuhalten, dass die Poisson-Gleichung nur für den trockenadiabatischen Temperaturgradienten gilt. Hier wird also ohne physikalische Basis einfach eine empirische Anpassung an den gemessenen Temperaturgradienten vorgenommen.

Die IR Absorptionseigenschaften sollen gemäß CS über eine zusätzliche Erhöhung der Wärmekapazität der Atmosphäre pauschal berücksichtigt werden. Dies hat mit der auf physikalischen Prinzipien beruhenden und beschriebenen Wirkung des atmosphärischen Treibhauseffekts nichts gemein. Die Beschreibung der IR Absorptionseigenschaften der Spurengase durch das Hinzufügen eines weiteren Terms in der spezifischen Wärme der Gesamtatmosphäre ist, gelinde gesagt, ein physikalisches Abenteuer. Die Spurengase per definitionem können durch ihre geringe Konzentration nicht zu einer wesentlichen Erhöhung der spezifischen Wärme beitragen. Im Übrigen sind die Freiheitsgrade  $f$  der Schwingungen der Treibhausgase ja bereits in der spezifischen Wärme enthalten ( $c_V=f/2 R$ ,  $f=6$  für dreiatomige Moleküle mit drei Schwingungsfreiheitsgraden), sofern die Temperatur für die thermische Anregung der Schwingungen ausreicht, was im betrachteten Temperaturbereich gegeben ist. (siehe z. B. Demtröder, Experimentalphysik 1, Seite 295). Was soll also eine zusätzliche Wärmekapazität für den radiativen Anteil?

Interessant wird es, wenn die Autoren CS eine Erde nur mit  $\text{CO}_2$  berechnen (CS, s. Fig. 1). Denn dann stellt sich nämlich heraus, dass die von den Autoren behauptete kühlende Wirkung von  $\text{CO}_2$  nur durch das höhere Molekulargewicht dieses Moleküls bewirkt wird und keineswegs durch seine Absorptionseigenschaften als Spuren-Treibhaus-Gas.

Das endgültige physikalische Aus für diesen Ansatz und die Hypothese von CS kommt, wenn Glg. 1 der CS Arbeit für kleine Änderungen in Druck und Temperatur abgeleitet wird (CS, s. Glg. 7 in „Evaluation of the anthropogenic effect on the Earth's climate“). Glg. 7 ist übrigens falsch, weil sie unterschiedliche Dimensionen auf beiden Seiten aufweist. Sie wird - zumindest formal - dann richtig, wenn man sie mit Division durch  $p$  auf der rechten Seite ergänzt:

$$dT \approx T_s \cdot \alpha \cdot \frac{\Delta p_s}{p}$$

Mit dem von den Autoren CS zuvor bestimmten Wert von  $\alpha = 0,1905$ ,  $T_s = 288$  K und  $p = 1013$  mbar erhalten CS bei Verdopplung der CO<sub>2</sub> Konzentration und somit einer Erhöhung des von CS angenommenen Partialdruckes dp<sub>CO<sub>2</sub></sub> um 0,46 mbar einen Wert von +0,025 °C. Erstens erkennt man nun, dass entgegen ihrer eigenen Aussage, eine CO<sub>2</sub> Konzentrationserhöhung keineswegs zur Abkühlung führt. Zweitens erhält man das gleiche Ergebnis, wenn statt des absorbierenden Spurengases CO<sub>2</sub>, ein anderes Treibhausgas, z. B. Wasserdampf, oder ein nicht im IR Spektralbereich absorbierendes Gas O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> oder gar ein Edelgas Argon, Helium, Krypton hinzugefügt wird. Es ist lediglich die Druckänderung, die zu einer Temperaturänderung führt. Die spezifischen IR-Absorptions-eigenschaften eines Treibhausgases spielen überhaupt keine Rolle. Die Arbeit von CS ist auch auf Grund der Beweislogik „Reductio ad Absurandum“ als unphysikalische Hypothese zu betrachten, die mit dem atmosphärischen Treibhauseffekt nichts zu tun hat. Das gilt im Übrigen für alle Arbeiten, die mit diesem simplen empirisch angepassten trockenadiabatischen Ansatz für den Temperaturgradienten den atmosphärischen Treibhauseffekt widerlegen wollen

Abgesehen vom sachlichen Inhalt wenden die Autoren ein Verfahren der Quellenangaben an, das der üblichen wissenschaftlichen Etikette widerspricht. Sie zitieren sich fast ausschließlich selber (s. blaue Jahreszahlen schon auf S. 1 im Anhang).

Anmerkung zum Internet-Paper von Sorokhtin:

Im Grunde steht bei Sorochtin nichts anderes als beim Chilingar Papier (Mitautor Sorochtin).

Gleichung 5 und 8 SO entspricht Gleichung 1 CS

Gleichung 9 SO entspricht Gleichung 3 CS

Ansonsten mit Umstellung von Seiten und etwas anderer Nomenklatur bis Seite 13 2. Absatz identisch. Das gilt auch für die Aussage zur anthropogenen Emission von CO<sub>2</sub>.

Dr. Rainer Link, Physiker

Prof. Dr. Horst-Joachim Lüdecke, Physiker

(EIKE-Pressesprecher)

Im März 2010

## Greenhouse gases and greenhouse effect

G. V. Chilingar · O. G. Sorokhtin · L. Khilyuk ·  
M. V. Gorfunkel

Received: 11 March 2008 / Accepted: 14 October 2008  
© Springer-Verlag 2008

**Abstract** Conventional theory of global warming states that heating of atmosphere occurs as a result of accumulation of CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> in atmosphere. The writers show that rising concentration of CO<sub>2</sub> should result in the cooling of climate. The methane accumulation has no essential effect on the Earth's climate. Even significant releases of the anthropogenic carbon dioxide into the atmosphere do not change average parameters of the Earth's heat regime and the atmospheric greenhouse effect. Moreover, CO<sub>2</sub> concentration increase in the atmosphere results in rising agricultural productivity and improves the conditions for reforestation. Thus, accumulation of small additional amounts of carbon dioxide and methane in the atmosphere as a result of anthropogenic activities has practically no effect on the Earth's climate.

**Keywords** Adiabatic model · Climate change · Carbon dioxide · Methane · Troposphere · Anthropogenic effect

G. V. Chilingar (✉)  
Department of Civil and Environmental Engineering,  
Rudolf W. Gunnerman Energy and Environment Laboratory,  
University of Southern California, Los Angeles,  
CA 90089, USA  
e-mail: gchiling@usc.edu

O. G. Sorokhtin  
Institute of Oceanology of Russian Academy of Sciences,  
Moscow, Russia

L. Khilyuk  
Russian Academy of Natural Sciences,  
American Branch, Los Angeles, CA, USA

M. V. Gorfunkel  
Russian Academy of Natural Sciences,  
American Branch, Coppell, TX, USA

### Introduction

For comprehensive analysis of the influence of increasing concentration of the greenhouse gases on the global temperature of atmosphere, one needs to develop an advanced physicochemical theory of mass—energy redistribution among the Earth's systems. This advanced theory should include: (1) evolution of the composition of atmosphere, (2) evolution of the geological conditions, (3) data on changing solar radiation, (4) the Earth's revolution precession, (5) oceanological data, and (6) multiple feedbacks between the atmosphere and ocean.

The authors investigate the greenhouse effect using the adiabatic model, which relates the global temperature of troposphere to atmospheric pressure and allows one to analyze the temperature changes due to variations in mass and chemical composition of the atmosphere. The existing feedbacks between atmosphere and ocean are intentionally neglected in the article with the focus on the atmospheric temperature changes due to anthropogenic greenhouse gases emission.

### Evaluating the temperature distribution in atmosphere

The adiabatic theory of greenhouse effect (Sorokhtin 2001, 2006; Sorokhtin et al. 2007; Khilyuk and Chilingar 2003, 2004, 2006; Chilingar and Khilyuk 2007) shows that the temperature distribution in planet's troposphere (including the Earth's troposphere) at pressure >0.2 atm ( $2.0265 \times 10^1$  kPa) under the greenhouse effect theory can be determined using the following equation:

$$T = b^x \left[ \frac{S(1 - A)}{\sigma \left( \frac{\pi/2 - \psi}{\pi/2} \times 4 + \frac{\psi}{\pi/2} \times 2 \times \frac{2}{1 + \cos \psi} \right)} \right]^{1/4} \left( \frac{p}{p_0} \right)^x \quad (1)$$

where  $S (=1.367 \times 10^6 \text{ erg/cm}^2 \text{ s})$  is the solar constant (flow of the solar energy reaching the Earth);  $\sigma (=5.67 \times 10^{-5} \text{ erg/cm}^2 \text{ s } ^\circ\text{C}^4)$  is the Stefan–Boltzmann constant;  $A$  is the planet's reflectivity (albedo) (for the Earth  $A \approx 0.3$ );  $b$  is a scaling factor;  $\alpha$  is the adiabatic exponent,  $\alpha = (\gamma - 1)/\gamma$ ;  $\gamma = c_p/c_v$ , where  $c_p$  and  $c_v$  are the specific heats of gas at constant pressure and constant volume, respectively;  $\psi$  is the precession angle of the revolving planet (for the present-day Earth,  $\psi = 23.44^\circ$ ). At  $\psi = 23.44^\circ$ , the denominator in Eq. 1 is equal to 3.502 rather than 4.0 in the classic format at  $\psi = 0$ .

According to current measurements, average near-surface Earth temperature at  $p = p_0 = 1 \text{ atm}$  ( $1.01324 \times 10^2 \text{ kPa}$ ) is approximately equal to 288 K or  $+15^\circ\text{C}$  (Bachinsky et al. 1951). Factor  $b$  can be found under condition that the present-day average Earth's surface temperature is equal to 288 K at  $\alpha = 0.1905$ . In such a case  $b = 1.597$ , and for the nitrogen–oxygen atmosphere composition,  $b^\alpha = 1.093$ . For a different composition of troposphere, the factor  $b$  remains the same, but the  $b^\alpha$  value changes depending on the adiabatic exponent  $\alpha$  (Sorokhtin 2006).

If the specific heat at a constant pressure ( $c_p$ ) is expressed in cal/g °C, and the universal gas constant  $R = 1.987 \text{ cal/mol } ^\circ\text{C}$ , the relationship between the adiabatic exponent  $\alpha$  and the composition and humidity of troposphere can be presented by the following equation:

$$\alpha = \frac{R}{\mu(c_p + C_w + C_r)} \quad (2a)$$

$$c_p = \frac{p_{N_2}c_p(N_2) + p_{O_2}c_p(O_2) + p_{CO_2}c_p(CO_2) + p_{Ar}c_p(Ar)}{p} \quad (2b)$$

where  $R = 1.987 \text{ cal/mol } ^\circ\text{C}$  is the gas constant;  $\mu$  is the molar weight of atmospheric mixture (for the Earth,  $\mu \approx 28.9$ );  $p_{N_2} = 0.7551$ ;  $p_{CO_2} = 0.00046$   $p_{N_2} = 0.7551$  and  $p_{Ar} = 0.0128 \text{ atm}$  are the partial pressures of the corresponding gases (Voitkevich et al. 1990);  $p \approx 1 \text{ atm}$  is the total atmospheric pressure at sea level;  $c_p(N_2) = 0.248$ ,  $c_p(O_2) = 0.218 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$ ,  $c_p(CO_2) = 0.197 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$ ,  $c_p(Ar) = 0.124 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$  are specific heats of nitrogen, oxygen, carbon dioxide, and argon at constant pressure (Naumov et al. 1971);  $C_w$  and  $C_r$  are the correction factors with the dimension of specific heat (taking into account total heating effect of the water vapor condensation process  $C_w$  in a humid atmosphere and the absorption of heat from the Earth and Sun  $C_r$  by greenhouse gases).

From Eq. (2a):

$$C_w + C_r = \frac{R}{\mu\alpha} - c_p \quad (3)$$

At  $\psi = 23.44^\circ$  and  $A \approx 0.3$ , the best fit of the theoretical temperature distribution (Eq. 1) within the

Earth's troposphere to the averaged empiric data occurs at  $\alpha = 0.1905$  and  $b^\alpha = 1.093$ . For a dry air mixture of the Earth's atmosphere,  $c_p = 0.2394 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$ . Thus, using Eq. 3 for the absorbing-infrared-radiation humid air of the troposphere with the temperature gradient of  $6.5^\circ/\text{km}$ , the  $C_r + C_w = 0.1203 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$ . For planets with the atmospheres of a different composition these parameters should be understood as the description of any thermophysical or chemical processes resulting in the heat release (at  $C_r + C_w > 0$ ) or absorption (at  $C_r + C_w < 0$ ) within the troposphere.

To determine the  $C_r$  and  $C_w$  factors, it is necessary to involve the characteristic temperatures  $T_s$  and  $T_e$  of a planet (Sorokhtin 2001):

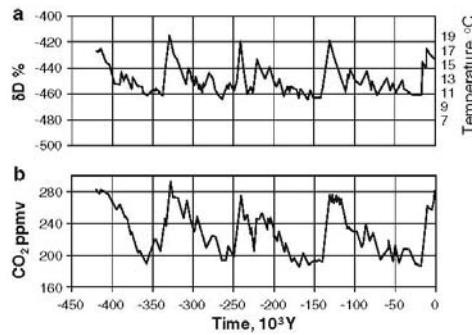
$$C_r = \frac{R}{\mu\alpha} \left( \frac{T_s - T_e}{T_s} \right) \quad (4a)$$

$$C_w = \frac{R}{\mu\alpha T_s} - c_p \quad (4b)$$

On substituting the values of Earth's atmospheric parameters into Eqs. 4a and 4b ( $\alpha = 0.1905$ ,  $\mu = 28.9$ ,  $c_p = 0.2394 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$ ,  $T_s = 288 \text{ K}$ ,  $T_e = 263.5 \text{ K}$  and  $R = 1.987 \text{ cal/mol } ^\circ\text{C}$ ), one obtains  $C_r = 0.0306 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$ ;  $C_w = 0.0897 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$ ; and  $C_r + C_w = 0.1203 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$ . Equation 3 gives the same results.

The adiabatic model (Eq. 1) was verified by comparing it with the standard temperature distribution in the Earth's troposphere (Bachinsky et al. 1951). The results of the comparison [at  $\psi = 23.44^\circ$  and  $p_0 = 1 \text{ atm}$  ( $1.01324 \times 10^2 \text{ kPa}$ )] are presented in Fig. 1.

A much more stringent check of the universality of the derived patterns is a computation of temperature distribution in the troposphere of Venus. It is performed based on the given pressure of  $90.9 \text{ atm}$  ( $92.1035 \times 10^2 \text{ kPa}$ ), solar constant  $S = 2.62 \times 10^6 \text{ erg/cm}^2 \text{ s}$ , precession angle  $\psi \approx 3.18^\circ$ , and the molecular weight  $\mu = 43.5$  (Marov 1986; Venus 1989). The results are also presented in Fig. 1. The best fit of the theoretical temperature distribution with its empirical values occurs at the adiabatic exponent  $\alpha = 0.1786$  and  $b^\alpha$  factor of 1.429 ( $b = 7.37$ ). For Venus,  $c_p = 0.2015 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$ ,  $T_s = 735.3 \text{ K}$  and  $T_e = 230.5 \text{ K}$ . Then,  $C_r = 0.1756 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$ ,  $C_w = 0.1213 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$  and  $C_q = C_r + C_w = 0.0543 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$ . The  $C_r$  parameter determines the absorption of the planet's heat radiation by atmosphere. Its relatively elevated value is apparently due to a high atmospheric pressure and very hot troposphere. Inasmuch as  $C_w < 0$  for Venus troposphere (especially in its lower and middle layers), endothermic reactions predominate (dissociation of some chemical compounds, for instance, dissociation of the sulfuric acid into  $\text{SO}_3$  and water). For the upper layer of the Venetian troposphere (at the elevations between 40 and 60 km)  $C_w > 0$ . There, the



**Fig. 4** Correlation between the isotopic air temperature (a) and carbon dioxide concentration changes (b) over the recent 420,000 years at the Antarctic Vostok Station. The data on  $\text{CO}_2$  concentrations and temperature were obtained from the cores of the well drilled in the ice to a depth of 3,623 m, kindly provided by Kodyakov 2000. The scale of Earth's average temperatures represents the interpretation by the writers

layer, which is the main “controller” of carbon dioxide partial pressure in the atmosphere.

Thus, the data derived from the Antarctic core studies indicate that the temperature changes over the recent 420,000 years had always preceded the corresponding changes in the  $\text{CO}_2$  concentrations of ice cover. This is indisputable evidence to the fact that the changes in  $\text{CO}_2$  concentrations of the atmosphere are the effect of the global temperature changes, and not their cause.

Figure 2 shows the temperature distributions in totally carbon dioxide and totally methane tropospheres. The temperature effects of the greenhouse gases emission are in the same direction (but much lower in value) in proportion to the concentrations of these gases in the nitrogen–oxygen

dioxide releases into the Earth's atmosphere on the climate applying the adiabatic theory of the greenhouse effect. Various estimates of the current carbon dioxide releases due to burning of natural fuels are on the order of 7–10 billion tons or 1.9–2.7 billion tons of carbon per year. This large amount of  $\text{CO}_2$  not only changes the composition of the atmospheric gas mixture and decreases its heat-absorbing capacity, but also slightly increases the atmospheric pressure. These two factors operate in the opposite directions. As a result, the average atmospheric temperature of the Earth is barely affected. From Eq. 1, after differentiation and transition to finite differences (see also Khilyuk and Chilingar 2003), and assuming that  $p_s \approx 1 \text{ atm}$ , one can obtain the following equation:

$$\Delta T_s \approx T_s \alpha \Delta p_s \quad (7)$$

where  $\Delta T_s$  is the change in temperature at sea level attributed to the corresponding change in atmospheric pressure  $\Delta p_s$  (average Earth's temperature  $T_s = 288 \text{ K}$ ) and the adiabatic exponent  $\alpha = 0.1905$ . For instance, under the doubled carbon dioxide concentration in the Earth's atmosphere from 0.046 to 0.092 mass % (as anticipated by the year 2100), the pressure increase  $\Delta p_s$  would reach 0.46 mbar. Using Eq. 7,  $\Delta T_s \approx +0.025^\circ\text{C}$ . This temperature rise is not associated with the change in the atmosphere's composition, but only with some increase in the atmospheric pressure. Thus, the anthropogenic carbon dioxide releases into the atmosphere have no practical influence on the greenhouse effect in the atmosphere.

According to Henry's law, most of the carbon dioxide released into the atmosphere is dissolved in the oceanic water, and upon hydration of the oceanic crust it is bound in carbonates (some  $\text{CO}_2$  is taken up by plants). Part of the atmospheric oxygen, together with carbon, is also fixed in carbonates.