

## **Einige Anmerkungen zur Klimadiskussion (Kurzfassung)**

**F.-W. Gerstengarbe**

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), D-14412 Potsdam

E-Mail: gerstengarbe@pik-potsdam.de

### **Zusammenfassung**

In einem chronologischen Rückblick werden die zunehmende Bedeutung des zusätzlichen Treibhauseffekts und dessen Auswirkungen auf das Weltklima und die menschliche Gesellschaft dargestellt. Pro und Kontra zur globalen Erwärmung werden diskutiert wie auch die Mitverursachung durch den Menschen sachlich fundiert dargelegt. Die Bedeutung der IPCC-Studien wird erläutert.

### **1 Chronologischer Rückblick**

Es ist jetzt 185 Jahre her, seitdem der natürliche Treibhauseffekt das erste Mal beschrieben wurde und zwar vom Franzosen Jean-Baptiste Fourier. Damals war dies kein Thema, das die Öffentlichkeit interessierte. Auch als der Schwede Svante Arrhenius (1859–1927) nachwies, dass das CO<sub>2</sub> einen Beitrag zum natürlichen Treibhauseffekt liefert, war das wissenschaftlich zwar interessant, aber mehr nicht. Erst Mitte der 50er Jahre des vorigen Jahrhunderts wurde CO<sub>2</sub> ein Thema. Warum? Wissenschaftler konnten das erste Mal an Hand von aktuellen Messungen auf dem Mauna Loa (Hawaii) nachweisen, dass die Konzentration dieses Gases in der Atmosphäre anstieg. Beunruhigt hat das zu diesem Zeitpunkt aber auch noch keinen.

Mitte der 70er Jahre hatte dann der Schweizer Hans Oeschger eine geniale Idee. Er untersuchte die Lufteinschlüsse im tief gelegenen Eis von Grönland und stellte fest, dass die CO<sub>2</sub>-Konzentration während der letzten Eiszeit um ca. 50 % niedriger lag als heutzutage. Die Schlussfolgerung daraus war, das CO<sub>2</sub> ein starkes Treibhausgas sein musste. Das Thema wurde interessant für die Wissenschaft und als Konsequenz daraus wurde 1979 das erste Welt-Klima-Forschungsprogramm ins Leben gerufen.

Die Anfangs nur vorsichtig geäußerte Hypothese, dass der zu beobachtende rasche Anstieg des CO<sub>2</sub> zu einer deutlichen Erwärmung der Atmosphäre führen könnte, wurde durch mehr und mehr wissenschaftliche Arbeiten belegt. Dies rief die Meteorologische Weltorganisation und die UN auf den Plan. Das IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) wurde gegründet – ein unabhängiger Zusammenschluss aller führenden Klimaforscher der Welt. Man wollte wissen mit welchen Konsequenzen man rechnen muss, wenn sich die Entwicklung wie beobachtet fortsetzt.

1990 erschien dann deren erster Sachstandsbericht, der auf mögliche Schäden infolge von Klimaänderungen hinwies. Daraufhin wurde 1992 auf dem ersten „Klimagipfel“ in Rio de Janeiro die Klimakonvention zur Verhinderung von Schäden verabschiedet. Der zweite IPCC-Bericht (1995) brachte erste Hinweise auf den Einfluss des Menschen beim Anstieg

des CO<sub>2</sub>. Die Konsequenz daraus war die Verabschiedung des „Kyoto-Protokolls“ 1997, in dem sich die Unterzeichnerstaaten erstmals zu einer CO<sub>2</sub>-Reduktion, wenn auch auf geringem Niveau, verpflichteten. Der folgende IPCC-Bericht (2001) wies nach, dass der Mensch mit hoher Wahrscheinlichkeit Verursacher der globalen Erwärmung der letzten 100 Jahre ist.

Im Jahr 2005 trat dann das „Kyoto-Protokoll“ in Kraft, welches erstmals völkerrechtlich verbindliche Zielwerte für den Ausstoß von Treibhausgasen in den Industrieländern festlegte. 2007 erschien der bisher letzte Bericht des IPCC mit deutlichen Hinweisen auf die Gefahren, die eine weitere globale Erwärmung mit sich bringen wird. Die Klimakonferenz in Bali, die im gleichen Jahr stattfand, brachte einen Konsens unter allen Teilnehmerstaaten: Die globale Erwärmung muss vermindert werden. Als Ziel wird das Nicht-Überschreiten der 2°C-Grenze globaler Erwärmung ausgegeben. Damit ist die Klimaänderung als Problem von gesellschaftlicher Bedeutung erkannt worden.

Diese Erkenntnis geht einher mit dem nachweislich verstärkten Auftreten klimatisch bedingter Extremereignisse, einem Vorgang, der von den Klimaforschern im Rahmen der ablaufenden Entwicklung auch erwartet wurde. Die Wissenschaft stellt fest, dass die anthropogen bedingte Verstärkung des natürlichen Treibhauseffektes die wahrscheinlichste Ursache für die globale Erwärmung darstellt. Man beginnt, Handlungsstrategien zu entwickeln. Diese können einmal darauf gerichtet sein, die aktuelle Entwicklung zu stoppen, also CO<sub>2</sub>-Emissionen zu verhindern oder wenigstens einzuschränken, oder aber darauf, sich den verändernden Bedingungen anzupassen. Bei beiden Optionen ist mit drastischen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Konsequenzen zu rechnen.

## **2 Argumentation Pro und Kontra**

Damit ist der Zeitpunkt für das Auftreten der Kritiker des allgemeinen Konsens' gekommen: Sogenannte „Klimaskeptiker“ versuchen Gegenargumente in Politik und Gesellschaft zu etablieren. Dabei rekrutiert sich die Gruppe der „Klimaskeptiker“ im Wesentlichen aus den Verlierern bei der Durchsetzung von Klimaschutzmaßnahmen wie zum Beispiel die Erdöl- und Kohleindustrie oder auch die Automobilindustrie. Verstärkt wird diese Gruppe von einer Reihe anderer Gruppierungen mit den unterschiedlichsten Interessen und Kritikansätzen.

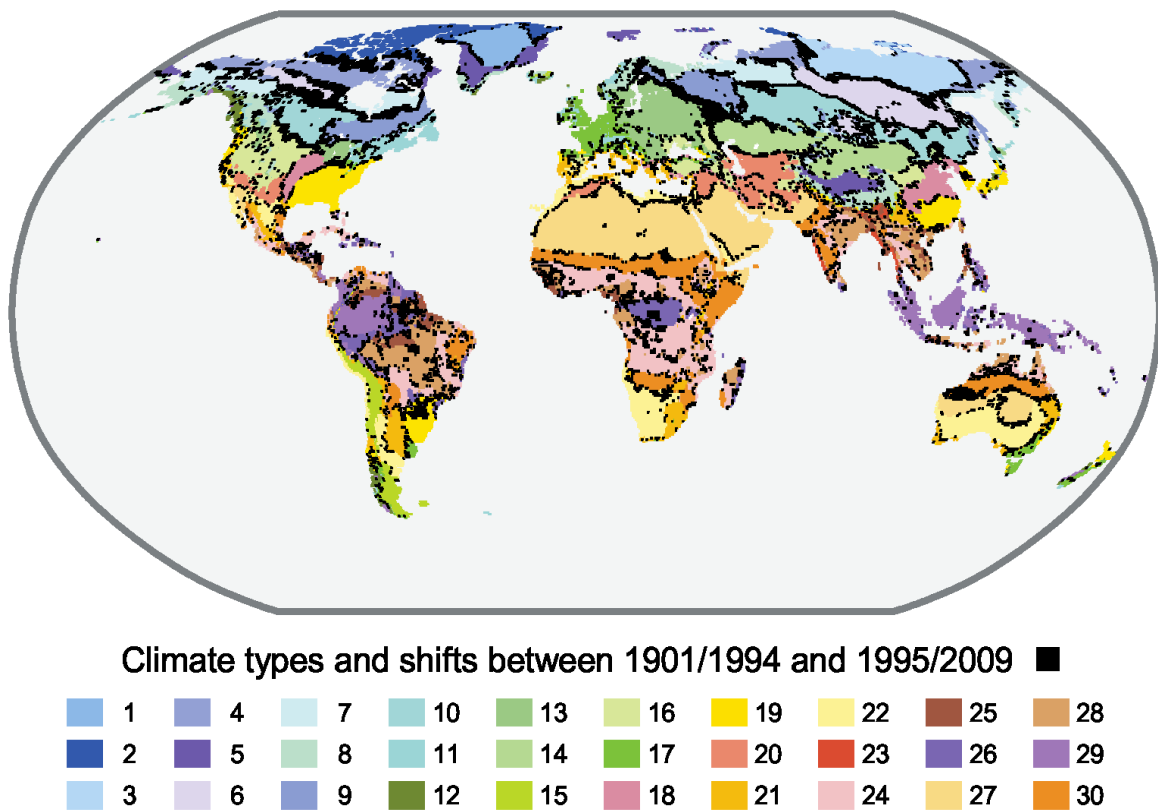
Einige ihrer wichtigsten Argumente sollen im Folgenden kurz vorgestellt und diskutiert werden:

### **2.1 These 1: *Es gibt keine Klimaänderung.***

*Begründung:* Die im letzten Jahrhundert gemessenen 0,8 K globaler Temperaturanstieg können zu keinen gravierenden Klimaänderungen führen.

Nun ist das Klima eine sehr komplexe Größe und kann nicht allein durch die Veränderung eines meteorologischen Parameters beschrieben werden. Unter Klima versteht man die Wechselwirkung der verschiedensten meteorologischen Größen mit anderen, die Atmosphäre beeinflussenden Sphären, wie Hydrosphäre, Biosphäre, Kryosphäre und Pedosphäre. Außerdem müssen noch Raum- und Zeitskala beachtet werden. Das heißt,

dass reale Klimaänderungen nur durch eine komplexe Betrachtungsweise nachgewiesen werden können. Eine komplexe Klimagröße ist der Klimatyp. Die Erde besitzt eine Reihe von Klimatypen, von der Wüste über die tropischen Klimate bis hin zu den Eisklimaten. Jeder kennt solche Einteilungen aus seinem Schulatlas. Jeder einzelne dieser Typen wird nun nicht nur durch die Temperatur, sondern auch durch andere meteorologische Größen (wie z. B. Niederschlag) und deren Verteilung im Jahr, durch die Vegetation und die geografischen Gegebenheiten beschrieben. Er stellt also eine komplexe Ausdrucksform des Klimas dar. Eine Veränderung im Klima liegt dann vor, wenn sich diese Klimatypen verändern, d.h. sich auf dem Globus verschieben, vergrößern oder verkleinern. Um eine solche Entwicklung nachzuweisen wurde eine objektive Klimaklassifikation entwickelt (GERSTENGARBE & WERNER, 2008), die unsere Kontinente in 30 Klimatypen unterteilt. Berechnet man die Lage der Klimatypen für den Zeitraum 1995/2009 und vergleicht diese mit dem Zeitraum 1901/1994, bekommt man eine Aussage über deren Veränderungen. Diese Veränderungen sind in Abbildung 1 durch die schwarz gekennzeichneten Regionen dokumentiert.



**Abb. 1:** Verschiebung der Klimagebiete für den Zeitraum 1995/2009 im Vergleich zur Lage der Gebiete für den Zeitraum 1901/1994 (Werner & Gerstengarbe, 2011)

Tabelle 1 gibt beispielhaft die Veränderungen der Tundren- und Eisklimate sowie der Wüsten in Zahlen wider. Danach haben sich die Tundren- und Eisgebiete in dem 15jährigen Zeitraum gegenüber dem Zeitraum davor um 1.895.000 km<sup>2</sup> verringert, die Wüsten dagegen um 822.000 km<sup>2</sup> zugenommen. Das entspricht einer Änderung pro Tag von etwa -346 km<sup>2</sup> bzw. +150 km<sup>2</sup>. Das heißt, dass im globalen Maßstab zurzeit dramatische Klimaänderungen zu beobachten sind.

**Tab. 1:** Änderung des Flächenanteils ausgewählter Klimatypen, global, 1995/2009 - 1901/1994

Klimatyp	Flächenmittel 1901/1994 [10 <sup>3</sup> km <sup>2</sup> ]	Differenz 1995/2009 - 1901/1994 [10 <sup>3</sup> km <sup>2</sup> ]	Änderung in km <sup>2</sup> /d
Eis- und Tundrenklimate	19.076	-1.895	-346
Wüste	10.760	+822	+150

Auch regional lassen sich dramatische Entwicklungen nachweisen. Neben dem weltweiten Verlust an Gletschern ist das immer schnellere Verschwinden des arktischen Meereises ein eindrückliches Beispiel. Hier ist die Eisfläche von ~ 7,5 Millionen km<sup>2</sup> im Jahr 1981 auf ~ 4,2 Millionen km<sup>2</sup> im Jahr 2007 zurückgegangen. Und Deutschland wartet mit einem Temperaturanstieg innerhalb der letzten 50 Jahre von 0,5 K bis zu 1,7 K im Jahresmittel auf.

## 2.2 These 2: *Es gibt zwar eine globale Erwärmung, der Einfluss des Menschen darauf ist aber gering.*

*Begründung:* 1900 kamen bei 280 ppm CO<sub>2</sub> ~3 Moleküle CO<sub>2</sub> auf 10.000 Moleküle Luft. 2010 kamen bei 390 ppm CO<sub>2</sub> ~4 Moleküle CO<sub>2</sub> auf 10.000 Moleküle Luft. Es ist physikalisch unmöglich, dass nur 1 Molekül CO<sub>2</sub> mehr je 10.000 Moleküle Luft die beobachtete Temperaturerhöhung verursacht haben kann.

In Tabelle 2 ist der Anteil der einzelnen Spurengase am natürlichen Treibhauseffekt aufgelistet. Man erkennt, dass Wasserdampf das stärkste Treibhausgas ist. CO<sub>2</sub> folgt erst an zweiter Stelle. Allerdings sind die drei bereits erwähnten Moleküle je 10.000 Moleküle Luft verantwortlich für ganze 7,2 K. Das heißt, dass rein rechnerisch jedes CO<sub>2</sub>-Molekül pro 10.000 Luftmoleküle einen Beitrag zum Treibhauseffekt von 2,4 K liefert. Es sind aber derzeit nur 0,8 K globaler Temperaturanstieg gemessen worden. Warum 2,4 K? Die Antwort ist einfach. Ein großer Teil der durch den zusätzlichen Treibhauseffekt erzeugten Wärmeenergie wird zum Abschmelzen der Eisflächen und zum Erwärmen der Ozeane verbraucht. Hätten wir diese Wärmesenken nicht, wäre es schon wesentlich wärmer auf unserem Planeten.

**Tab. 2:** Anteil der Spurengase am natürlichen Treibhauseffekt

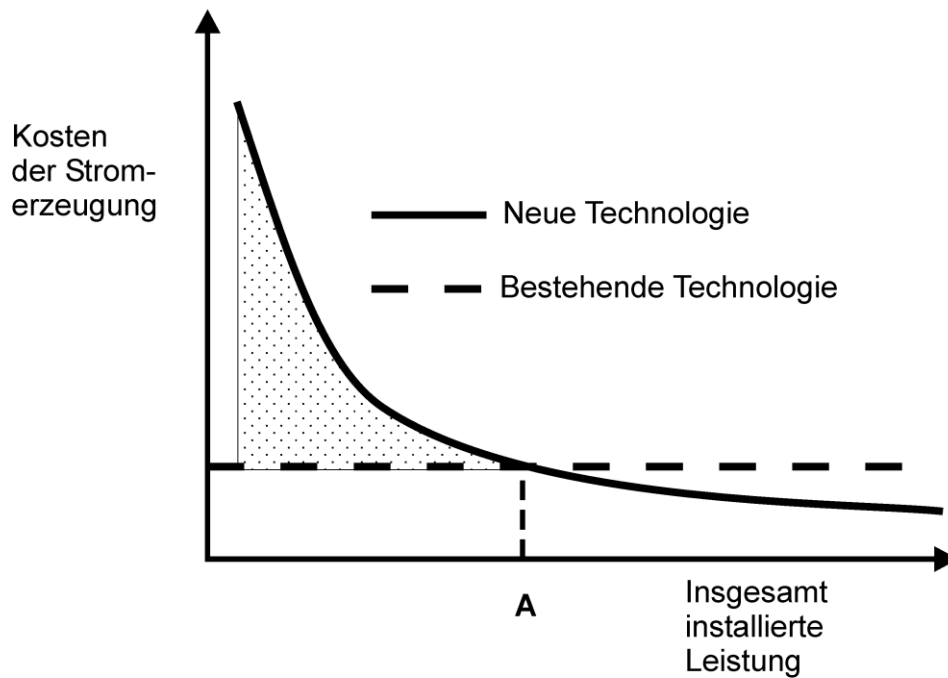
Wasserdampf	20,6 K
Kohlendioxid	7,2 K
Ozon	2,4 K
Stickoxid	1,4 K
Methan	0,8 K
Sonstige	0,8 K
<b>Summe</b>	<b>33,2 K</b>

**2.3 These 3: *Die globale Erwärmung führt zu Schäden, diese zu vermeiden ist aber auf Grund zu hoher Kosten volkswirtschaftlich nicht vertretbar.***

*Begründung:* Die Kosten für die notwendigen Einsparungen an CO<sub>2</sub>-Emissionen kostet mehr als 5 % des weltweiten Bruttosozialproduktes. Dies ist zu teuer, da Einsparungen in einer derartigen Größenordnung zu gefährlichen Verwerfungen in Wirtschaft und Gesellschaft führen können.

Sir NICOLAS STERN veröffentlichte am 30. Oktober 2006 einen Bericht im Auftrag des britischen Schatzkanzlers (STERN, 2006), der sich mit der Kostenproblematik beschäftigt. STERN war von 2000 bis 2003 Chefökonom der Weltbank; und das macht die Brisanz seines Berichts aus: Hier haben nicht die „üblichen Verdächtigen“ die Kosten des Klimawandels untersucht, sondern ein renommierter, als neutral geltender Wirtschaftswissenschaftler. Sein Ergebnis: Effektiver Klimaschutz würde ein Prozent der weltweiten Wirtschaftsleistung kosten; weiter zu machen wie bisher fünf bis zwanzig Mal so viel – die Auswirkungen des Klimawandels wären viel teurer als konsequente Gegenmaßnahmen.

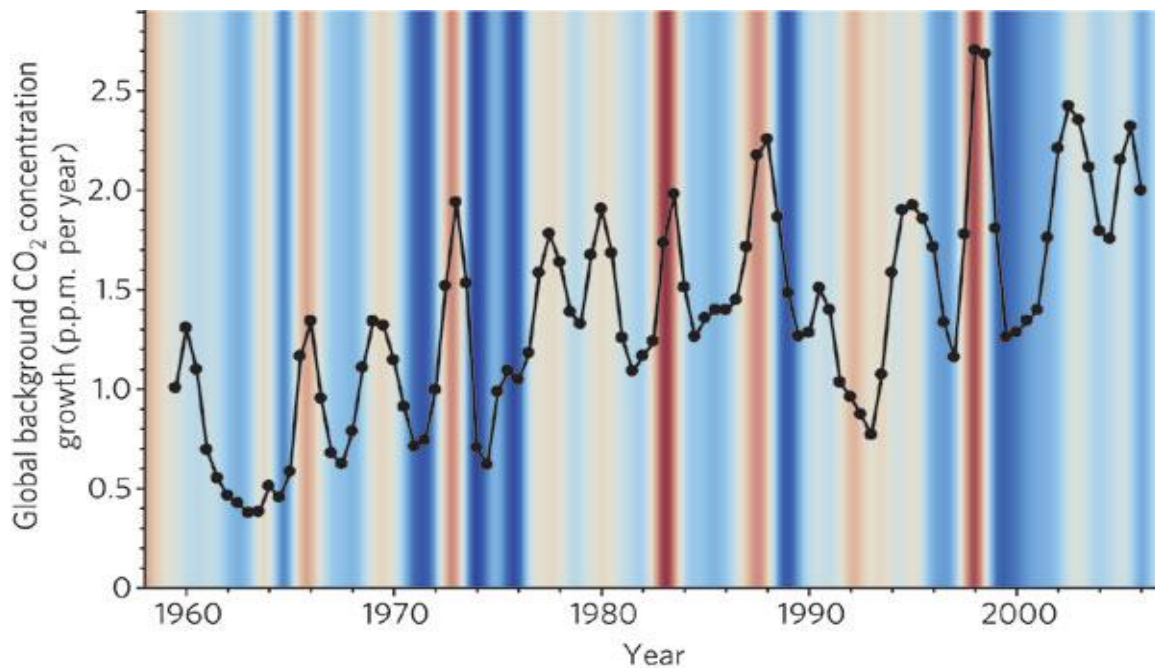
Abbildung 2 verdeutlicht, dass die Berücksichtigung der Einführung neuer Technologien zum einen die Kosten der Stromerzeugung deutlich senkt und zum anderen gleichzeitig die CO<sub>2</sub>-Emissionen deutlich mindert. Insgesamt lassen sich diese Kosten auf 1,0 bis 1,5 % des globalen Bruttosozialproduktes beschränken – ein Wert der deutlich unter der 5 %-Marke liegt.



**Abb. 2:** Beispiel von Kostensenkungen anhand der Stromerzeugung: Mit zunehmender Erfahrung und aufgrund von Mengeneffekten sinkt der Preis neuer Technologien unter den bestehender Technologien (Grafik aus STERN REPORT, Abbildung 5).

**2.4 These 4: *Die CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kopf sind weltweit nur bis zum Jahr 1979 gestiegen, seit dieser Zeit sinken sie. „Ich erachte das als ein gutes Beispiel für die menschliche Anpassungsfähigkeit.“ (VÁCLAV KLAUS, 2007)***

Das, was der Präsident der Tschechischen Republik hier von sich gibt ist richtig, stellt allerdings nur die halbe Wahrheit dar. Diese Aussage wäre nur dann als positiv in Sachen CO<sub>2</sub>-Emissionen einzustufen, wenn die Zahl der Menschen auf unserem Planeten konstant wäre. Das ist sie aber nicht. Sie steigt rapide. Um hier eine statistisch saubere Aussage zu treffen, muss der absolute Zuwachs an CO<sub>2</sub>-Emissionen angegeben werden. Und dann sieht die Situation ganz anders aus (siehe Abbildung 3): Zwischen 1960 und 2006 hat sich die Zunahme der CO<sub>2</sub>-Konzentration von 1 ppm pro Jahr auf 2 ppm pro Jahr beschleunigt (QUÉRÉ et al., 2008). Von einer Entwarnung, wie sie Herr Klaus suggerieren will, kann also nicht geredet werden, im Gegenteil.



**Abb. 3:** Anstieg der globalen CO<sub>2</sub>-Konzentration pro Jahr (Heimann & Reichstein, 2008)

### 3 Bewertung

Anhand dieser kleinen Auswahl von Thesen zeigt sich schon, dass die Kritikpunkte der „Klimaskeptiker“ nicht belastbar sind. Es besteht ein Konsens unter den Wissenschaftlern, dass die derzeit zu beobachtende globale Erwärmung und die damit verbundene Klimaänderung zum größten Teil vom Menschen verursacht wird, dass deren Auswirkungen auf das Klima mehr negative als positive Folgen haben wird und auch schon hat, und dass ein effektiver Klimaschutz für die Menschheit kostengünstiger sein wird, als weiter zu machen wie bisher.

Wie ist dieser Konsens zu bewerten?

Eine wissenschaftliche Hypothese gilt dann als anerkannt, wenn sie durch eine überwältigende Mehrheit der Wissenschaftler im Rahmen von Fachartikeln, Tagungen oder Experimenten gestützt wird und nicht durch reproduzierbare Beweise widerlegt werden kann. Der wissenschaftliche Konsens ergibt sich also im Wesentlichen aus der Diskussion der Wissenschaftler untereinander. Es gibt allerdings keine Institution, die einen Konsens per Dekret festlegt!

Mit einer Ausnahme – Das IPCC!

- Es identifiziert und beschreibt anerkannte Theorien.
- Es definiert den kleinsten gemeinsamen Nenner vorhandener Kenntnisse.
- Es beschreibt Kenntnislücken und offene Fragestellungen.

Das heißt, dass der letzte Sachstandsbericht des IPCC (IPCC, 2007) den derzeit gültigen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse zum Problemkreis „Globale Erwärmung“ widerspiegelt, an dem sich alle Entscheidungsträger orientieren müssen.

#### **4 Literatur**

GERSTENGARBE, F.-W. & WERNER, P.C., 2008: Climate development in the last century – Global and regional“. International Journal of Medical Microbiology, Vol. 298, supplement1: 5–1.

HEIMANN, M. & REICHSTEIN, M., 2008: Terrestrial ecosystem carbon dynamics and climate feedbacks. Nature, 451, 289–292, doi:10.1038/nature06591

IPCC, 2007: Climate Change for Policymakers. Bern, Wien, Berlin (ISBN: 978-3-907630-28-0).

KLAUS, V., 2007: Blauer Planet in grünen Fesseln. Carl Gerold's Sohn Verlagsbuchhandlung KG, Wien, S.45.

QUÉRÉ, C. le et al., 2008: Global Carbon Project. Carbon budget and trends 2007. www.globalcarbonproject.org, 26 September 2008, Nature 455.

STERN, N., 2006: The Economics of Climate Change“. <http://www.hm-treasury.gov.uk/>

WERNER, P. C., GERSTENGARBE, F.-W., ÖSTERLE, H., WODINSKI, M. (2011): Recent Global Warming Induced Climate Changes. Planet Earth 2011 - Global Warming Challenges and Opportunities for Policy and Practice, Elias G. Carayannis (Ed.), ISBN: 978-953-307-733-8, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/articles/show/title/recent-global-warming-induced-climate-changes>