

## Kohlendioxid – Lebenselixier oder Klimakiller

D. Hebert <sup>1)</sup>

### Zusammenfassung:

Die offizielle Klimaforschung beruht seit Jahrzehnten auf der Anwendung des Treibhausmodells zur Erklärung der mittleren Temperatur der bodennahen Luft der Erde. Dieses Modell des Wärmehaushaltes der Troposphäre und die implizierten Aussagen zur Klimagefährdung durch natürlich und anthropogen emittierte Treibhausgase – insbesondere das Kohlendioxid – werden kritisch hinterfragt.

### Vorbemerkungen

Klimaforscher, Politiker und Journalisten verbreiten gegenwärtig in unerträglicher Weise Klima-Katastrophenmeldungen. Das reicht von Formulierungen wie: „Ein sterbender Gletscher, ermordet von Klimagasen“, über die sich SCHULZ (2007) richtigerweise beklagt, bis hin zum Film „An Inconvenient Truth“, für den der ehemalige US-Vizepräsident AL GORE mit einem Oscar ausgezeichnet wurde (AL GORE 2007).

Da ist es schon wohltuend, wenn im vierten IPCC-Bericht, der im Frühjahr in drei Bänden erscheinen soll, formuliert wird, es sei sehr wahrscheinlich, dass die gegenwärtige Klimaänderung nicht allein auf natürliche Ursachen zurückzuführen ist (Die Welt v. 2.2.2007).

Freilich, als erster Teil erschien die für Politiker gedachte Zusammenfassung (IPCC 2007). Als Hauptschuldiger an der beobachteten Erwärmung gilt – wie bereits im dritten Bericht aus dem Jahr 2001 (HOUGHTON 2001) – das Kohlendioxid. Auf der Grundlage modellierbarer Szenarien z.B. des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes werden Hypothesen über die in den kommenden Jahrzehnten zu befürchtenden Klimaänderungen abgeleitet, wobei vom Heizmechanismus des Treibhauseffektes ausgegangen wird. (ROEDEL 2000, KRAUS 2004). So prophezeit man bis 2100 einen Temperaturanstieg zwischen 2 und 4 °C (im Bericht von 2001 waren dies 1,5 bis 5,5 °C) sowie einen Meeresspiegelanstieg zwischen 0,2 und 0,6 m (der als nicht sicher bewertet wird und im Bericht von 2001 zu 0,1 bis 0,8 m angegeben war). Während die am Bericht beteiligten etwa 800 Autoren aus 130 Staaten den anthropogenen Klimaschädlingen ein „radiative forcing“ von  $(1,6 \pm 1,0) \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$  zutrauen, halten sie den Einfluss der Sonne auf die rezenten Klimaveränderungen für unbedeutend: ca.  $(0,1 \dots 0,3) \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ . Ähnlich äußerte sich das Max-Planck-Institut für Astrophysik (SPRUIT et al. 2006). Andererseits gibt es seit Jahren eine beachtliche Fraktion „Sonnengläubiger“, die eine Verknüpfung von Sonnenaktivität, Magnetfeld der Sonne, kosmischer Strahlung, Wolkenbedeckungsgrad der Erde und Temperatur der bodennahen Luft erkannt haben, z.B. LANDSCHEIDT (1998), KRAHMER (2003), CALDER (1997), DE BOER (2001), DIETZE (1999, 2005), SVENSMARK (1997, 1998, 2000), HEBERT (2004), SHAVIV (2005). Der temporäre Anstieg der Heizleistung der Sonne wird zu etwa  $1,7 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$  angegeben (SVENSMARK 1997, DIETZE 1999) und liegt somit in gleicher Größe, wie der vom IPCC für den Einfluss des CO<sub>2</sub> abgeschätzte Wert.

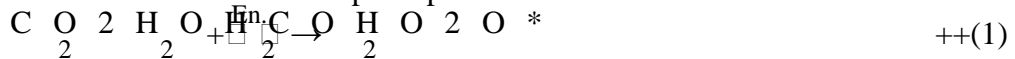
Was die Haltung der Politiker angeht, sollen nur zwei extreme Beispiele genannt werden: Die deutsche Bundesregierung hält am Ausstieg aus der Kernenergienutzung fest (SCHULZ 2006), obwohl ja Kernkraftwerke gerade kein CO<sub>2</sub> emittieren, und der Präsident der Tschechischen Republik lehnt die Verlautbarungen des IPCC, das er für eine politische Institution hält, ab (KLAUS 2007).

<sup>1)</sup> Prof. (apl.) Dr. habil. Detlef Hebert, TU Bergakademie Freiberg, 09596 Freiberg,  
[hebert@physik.tu-freiberg.de](mailto:hebert@physik.tu-freiberg.de)  
Freiberg, Mai 2007

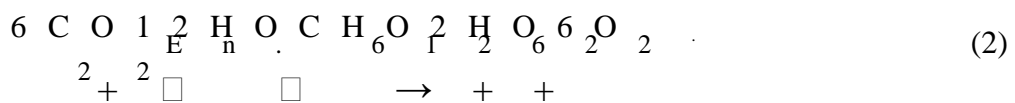
## Kohlendioxid in der Erdatmosphäre

Die Uratmosphäre unseres Planeten bestand vor 4,5 Mrd. Jahren zu 80 ... 90 % aus Wasser, der Rest verteilte sich auf CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>S (NEIS 1993). Bei einer Temperatur von 260 °C und einem Druck von 80 bar herrschte ein Phasengleichgewicht zwischen Wasser und Dampf (HEBERT 2004). Um 3 Mrd. Jahre B.P. hatten sich nach Jahrtausende anhaltendem Dauerregen Ozeane gebildet, der Luftdruck war auf 2 bar abgesunken und die Troposphärentemperatur lag bei 30 °C (NEIS 1993). Die Erdatmosphäre bestand nun überwiegend aus Stickstoff (ca. 60%) und CO<sub>2</sub> (ca. 35 %). Kohlendioxid wurde im Ozean gelöst und bildete mit Kalziumionen mächtige Kalksedimentschichten.

Im Zeitraum zwischen 3 Mrd. Jahre B.P. und 500 Mio. Jahre B.P. setzten die Cyanobakterien (Blaualgen) unter Aufnahme von Sonnenenergie CO<sub>2</sub> zu (CH<sub>2</sub>O)<sub>n</sub> um, wobei pro Molekül ein Sauerstoffmolekül frei wird. Man könnte prinzipiell schreiben:



oder



Der so gebildete Sauerstoff wurde überwiegend im Ozean durch Oxidation von Eisen und Schwefel gebunden und sedimentiert (SCHIDLowski 1988). Etwa 5 % dieses „biogenen“ Sauerstoffs gelangten in die Atmosphäre, wo die Ozonbildung begann. Dadurch verringerte sich der Anteil der UV-Strahlung, der die Erdoberfläche erreicht, und die Entwicklung von Landpflanzen und später auch Landtieren wurde möglich. Vor 150 Mio. Jahren war das CO<sub>2</sub> der Atmosphäre – die Pflanzennahrung – bis auf einen Restgehalt von 1000 ppm (0,1 %) aufgebraucht (Abb. 1). Seit 150 Mio Jahren beträgt der Sauerstoffgehalt der Atmosphäre

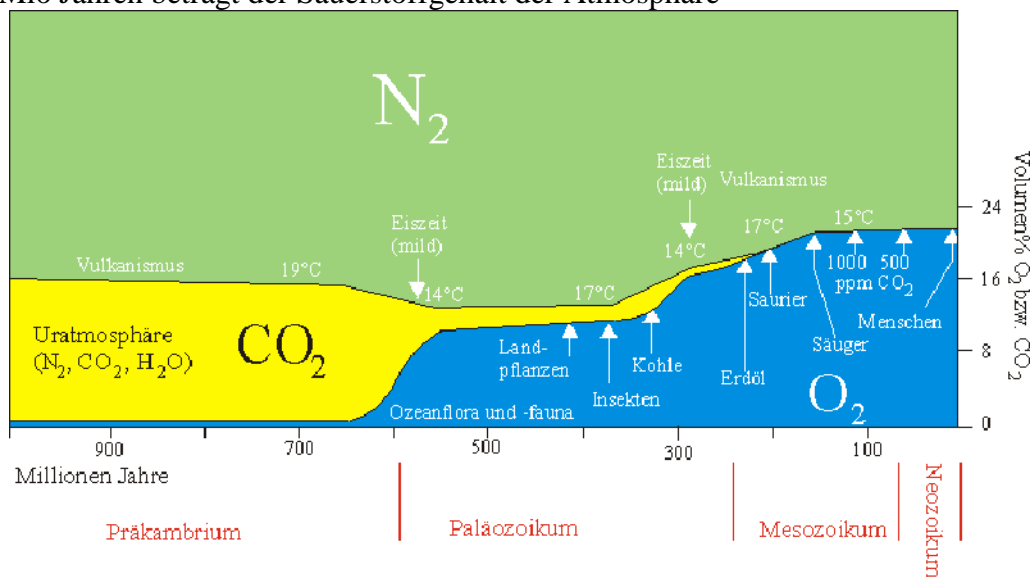


Abb. 1: Sauerstoff und Kohlendioxid in der Erdatmosphäre (aus LEITNER 2006)

etwa 21 % und der CO<sub>2</sub>-Anteil in der Luft ist auf 500 ppm abgesunken, was man als Folge der Lebenstätigkeit der Pflanzen (Assimilation) versteht. Der verbliebene CO<sub>2</sub>-Rest bildet die Lebensgrundlage der Pflanzenwelt!

Seit Einsetzen der zyklischen Eiszeiten wird an der in Eisbohrkernen enthaltenen Luft ein Oszillieren des CO<sub>2</sub>-Gehaltes zwischen etwa 190 ppm (Eiszeit) und 290 ppm (Warmzeit) beobachtet (Abb. 2).

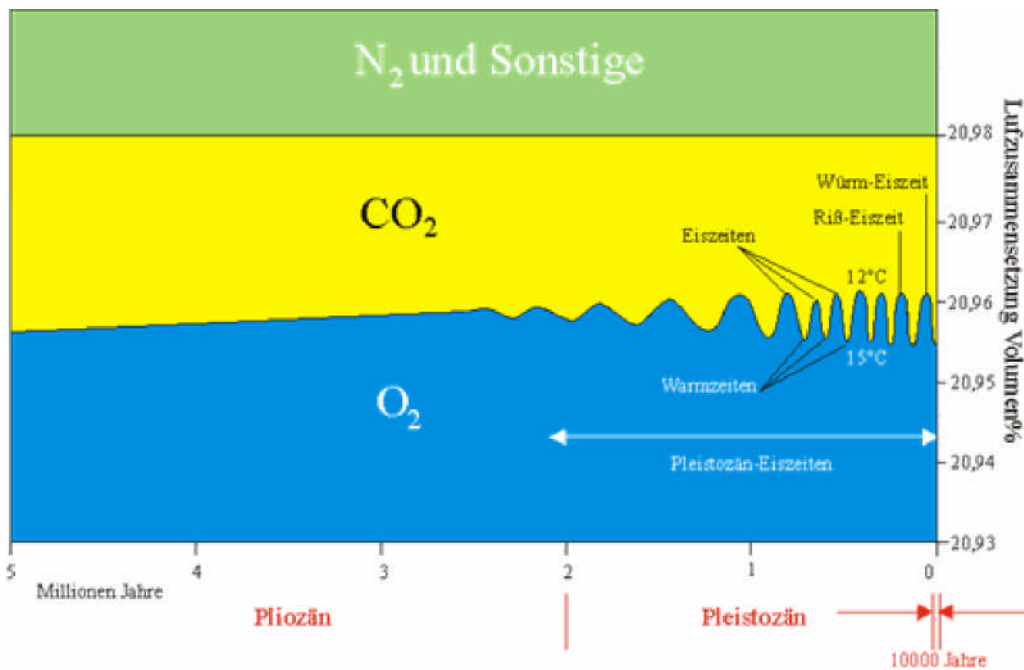


Abb. 2: CO<sub>2</sub>-O<sub>2</sub>-Schwankungen im Pleistozän (aus LEITNER 2006)

Aus Analysen an Eis-Bohrkernen aus Antarktika ergeben sich einige interessante Befunde (Abb. 3):

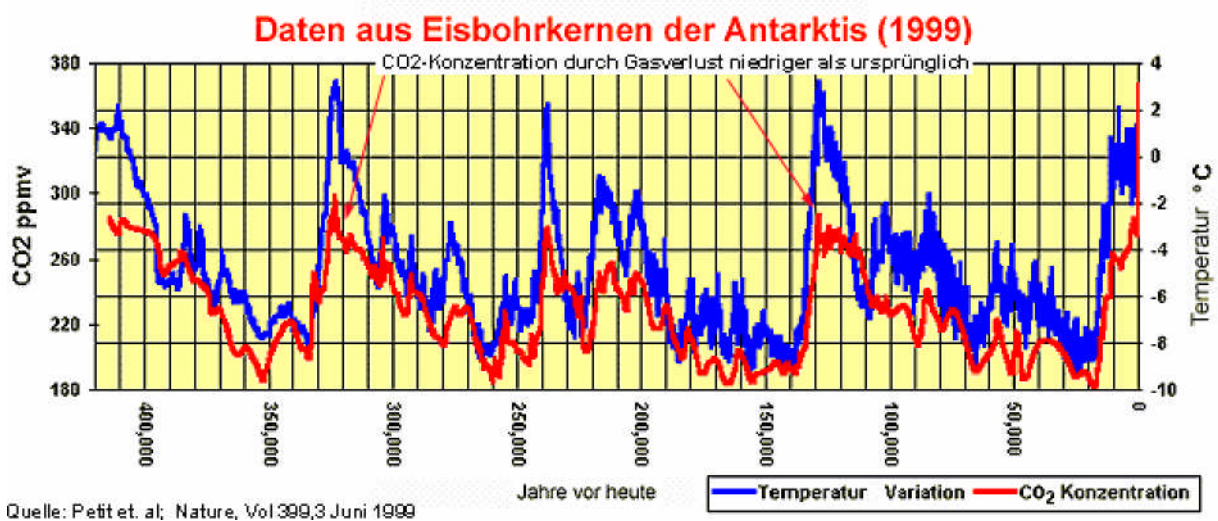


Abb. 3: Temperatur- und CO<sub>2</sub>-Profil an einem Eis-Bohrkern aus Antarktika (PETIT u.a. 1999; BECK 2003)

- Die aus Sauerstoff-18-Bestimmungen am Eis abgeleiteten Temperaturen schwanken mit einer Periodendauer von ca. 100000 Jahren um etwa 10 K.
- Der an der extrahierten Luft bestimmbare CO<sub>2</sub>-Gehalt schwankt mit etwa gleicher Periodendauer, wobei der voreiszeitliche CO<sub>2</sub>-Gehalt meist nicht wieder erreicht wird. (CO<sub>2</sub>-Verluste?).
- Der Anstieg des CO<sub>2</sub>-Gehaltes (der Luft?) folgt der Erwärmung mit einer Verzögerung von 600 ... 1000 Jahren (CAILLON et al. 2003).

- Die Sensitivität  $\Delta T/\Delta \text{CO}_2$  beträgt etwa  $6,5 \text{ }^\circ\text{C}/100 \text{ ppm CO}_2$  und ist wegen des linearen Zusammenhanges als Ausgasungs-Sensitivität zu verstehen (DIETZE 2005).

Fazit: Als Lebenselixier braucht die Pflanzenwelt das  $\text{CO}_2$  jedenfalls – und wir Menschen brauchen die Pflanzen. Die für das Pleistozän ausgewiesenen Schwankungen sind natürlichen Ursprungs und haben das Erdklima nicht beschädigt.

### Treibhaus Troposphäre?

Zunächst wollen wir die Funktionsweise des Gärtner-Treibhauses, das als Modell für den atmosphärischen Treibhauseffekt diente, beschreiben: Das gläserne Haus ist für die Wärmestrahlung der Sonne (nahes Infrarot,  $0,8 \dots 3 \text{ } \mu\text{m}$  Wellenlänge, Anteil am Sonnenspektrum: ca. 50 %) durchsichtig – wie auch für sichtbares Licht. Scheint die Sonne ins Treibhaus, werden Boden und Gegenstände im Inneren erhitzt und erwärmen die Luft. Die so erzeugte Warmluft ist im Treibhaus eingeschlossen. Öffnet man Dachfenster, entweicht sie der geringeren Dichte wegen aufwärts und kühlere Umgebungsluft wird nachgesogen. Das Treibhaus unterbindet also die Luftzirkulation. Die langwellige IR-Strahlung (z.B. um  $10 \text{ } \mu\text{m}$ ) kann das Glashaus nicht verlassen, denn Glas ist für Wellenlängen oberhalb  $4 \text{ } \mu\text{m}$  undurchlässig (vgl. z.B. HEBERT 2005). Dennoch kühlt ein Treibhaus ohne Sonnenschein (nachts, im Winter) rasch aus, denn es erfolgt Wärmeleitung durch das Glas entsprechend dem Temperaturunterschied  $\Delta T$  zwischen innen und außen. Für  $6 \text{ mm}$  dickes Glas beträgt der Wärmeübergang  $5,7 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ , so dass ein Haus mit  $50 \text{ m}^2$  Glasfläche bei  $\Delta T = 10 \text{ K}$  eine Wärmeleistung von  $2850 \text{ W}$  abgibt. Deshalb müssen Gewächshäuser zeitweise zusätzlich beheizt werden.

Kann nun die Troposphäre diese beiden Leistungen eines Treibhauses

- Unterbinden des Aufsteigens von Warmluft und
- Verhindern von IR-Abstrahlung ins All

vollbringen? Nein! Ein Warmluftkörper wird in umgebender kälterer Luft immer sofort aufsteigen und sich dabei adiabatisch abkühlen (ohne Wolkenbildung um  $1 \text{ K}$  pro  $100 \text{ m}$  Aufstieg) und das IR-Fenster der Atmosphäre ( $8 \dots 13 \text{ } \mu\text{m}$ ) ist „offen“ (Abb. 4).

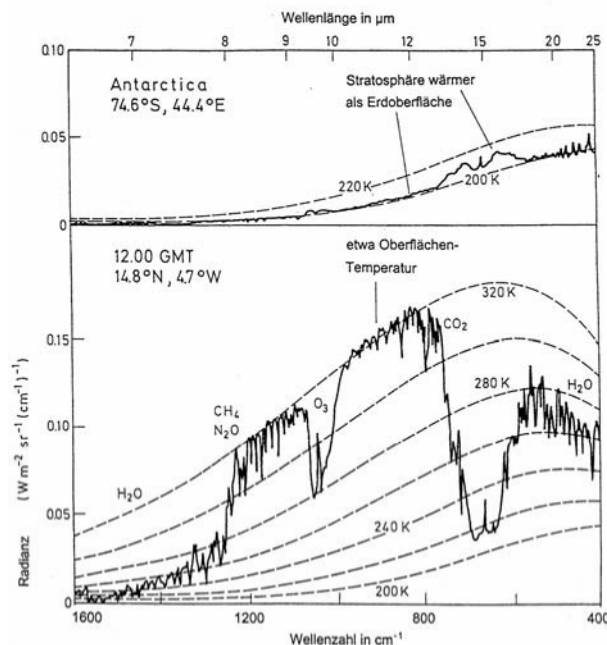


Abb. 4: Emissionsspektren der Erde (BOLLE 1982)

Man erkennt, dass in größerer Höhe auch Wasserdampf und  $\text{CO}_2$  (auf entsprechend niedrigem Temperaturniveau) Wärme abstrahlen und so zur Kühlung der Troposphäre beitragen.

Die von CO<sub>2</sub>- und H<sub>2</sub>O-Molekülen ausgesandte IR-Strahlung hat zunächst einmal keine Vorzugsrichtung. Aber: Werden IR-aktivierbare Moleküle durch Zustrahlung „von oben“ angeregt, so werden sie ihre Schwingungsenergie mit hoher Wahrscheinlichkeit über Stöße an N<sub>2</sub>- oder O<sub>2</sub>-Moleküle abgeben. Diese Energiezufuhr wird eine – geringfügige – Temperaturerhöhung von Luftschichten bewirken, die wiederum zum Aufsteigen mit Abkühlung führen wird.

Das Gärtner-Treibhaus kann also wesentliche Wärme-Transportvorgänge, die in der Troposphäre dominieren, nicht beschreiben.

### Warum brauchte man einen Treibhauseffekt?

Jeder weiß, dass die Temperatur der bodennahen Luft von der Intensität der Sonneneinstrahlung abhängt. Die mathematische Formulierung des Zusammenhanges beider Größen war gesucht.

Zunächst ergibt sich die Strahlungstemperatur der Sonne aus dem WIEN'schen Verschiebungsgesetz

$$\lambda_{\text{Max}} \cdot S = 2,898 \cdot 10^{-3} \text{ K m} \quad (3)$$

und der Beobachtung des Intensitätsmaximums des Sonnenlichtes ( $\lambda_{\text{Max}} = 501 \text{ nm}$ ) zu  $T_s = 5780 \text{ K}$ .

Mit Hilfe des Gesetzes von STEFAN und BOLTZMANN lässt sich die Strahlungsenergie, die pro Zeiteinheit durch eine dicht vor dem strahlenden (schwarzen) Körper gedachte Einheitsfläche strömt, berechnen. Es gilt:

$$P/A = \sigma \cdot T^4 \text{ mit } \sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4. \quad (4)$$

Mit  $T_s = 5780 \text{ K}$  findet man für die Sonnenoberfläche  $P_s/O_s = 63,2 \text{ MW/m}^2$ .

Da die Leistungsdichte quadratisch mit der Entfernung abnimmt, folgt mit  $R_s = 6,967 \cdot 10^8 \text{ m}$  und  $R_{SE} = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$  für den Ort der Erdbahn die Solarkonstante  $S_0 = 1367 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ .

Aus diesem Strahlungsfeld gewinnt die Erde (bestrahlte Projektionsfläche  $\delta \cdot R_E^2$ ) abzüglich der Rückstrahlung (Albedo A) von etwa 30 % die Leistungsdichte

$$P_{zu} = S_0 (1-A) \cdot \delta \cdot R_E^2. \quad (5)$$

Obwohl die Erdoberfläche infolge ihrer mittleren Temperatur von 288 K entsprechend Gl.3 ein Infrarotstrahler mit  $\lambda_{\text{Max}} = 10 \mu\text{m}$  ist und man folglich sehr verschiedenartige Spektren miteinander vergleicht, wird üblicherweise ein Strahlungsgleichgewicht von solarer Zu- und irdischer Abstrahlung angesetzt. Für die Strahlungsleistung der Erdoberfläche schreibt man

$$P_{ab} = 4\delta R_E^2 \cdot \sigma \cdot T^4 \quad (6)$$

und unterstellt somit, dass die Erde ein schwarzer Strahler mit der Temperatur T sei. Aus der Gleichsetzung von (5) und (6) erhält man

$$T = \left( \frac{S_0 (1-A)}{4\sigma} \right)^{1/4} = 255\text{K} \quad (7)$$

Diese „Strahlungs“-Temperatur ist eine Größe ohne unmittelbare Bedeutung für die Erdoberfläche (GERLICH 1995 und 2005).

Tatsächlich strahlen „Elemente“ der Erdoberfläche mit charakteristischen Temperaturen  $T_i$  und man erhält statt Gl. 7:

denjenigen von  $T^4$ , wobei eine Ungleichung (GERLICH 1995) gilt:

$$T = T_i \quad (9)$$

Ein Beispiel mit drei willkürlichen Zahlen findet sich in (HEBERT 2006).

Aus der nicht zulässigen Auflösung der Strahlungs-Gleichgewichtsbeziehung nach Gl. 7 ergibt sich statt der gesuchten „mittleren“ Temperatur an der Erdoberfläche eine fiktive Größe, insbesondere eine zu hohe Temperatur.

Die Differenz aus der mittleren Temperatur der bodennahen Luft ( $T_{O_E} = 288 \text{ K}$ ) und der aus Gl.

7 gewonnenen Größe ( $255 \text{ K}$ ) beträgt  $33 \text{ K}$  und ist als sogenannter Treibhauseffekt im Sinne einer zusätzlichen Heizleistung der Troposphäre eingeführt worden. Notwendigerweise musste nunmehr eine in der Troposphäre generierte „Gegenstrahlung“ in die Strahlungsbilanz von Atmosphäre und Erdoberfläche eingefügt werden (z.B. ROEDEL 2000, KIEHL u. TRENBERTH 1977, KRAUS 2004): Ein schwarzer Körper strahlt bei  $T = 288 \text{ K}$  nach Gl. 4 etwa  $390 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$  ab. Da nach Abgabe der fühlbaren und latenten Wärme nur noch  $65 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$  zur Verfügung stehen, muss die Gegenstrahlung  $325 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$  betragen. Das ist mehr als der solare Input abzüglich  $30\%$  Albedo, nämlich ca.  $240 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ , und somit auf Dauer nicht möglich, weil es ein Verstoß gegen den Energieerhaltungssatz wäre.

Viele Autoren haben sich mit diesem Konstrukt aus Treibhauseffekt und Gegenstrahlung kritisch auseinandergesetzt (z.B. GERLICH 1995, 2005; THÜNE 2000, 2002, 2007; KRAHMER 2006; STEHLIK 2006; THIEME 2000, 2001, 2006; HEBERT 2004, 2005, 2006; PULS 2007), ohne in der breiten Öffentlichkeit Gehör zu finden.

Die unzulässige Anwendung der STEFAN-BOLTZMANN-Beziehung auf die stark orts- und zeitabhängige Wärmeabstrahlung der „festen/flüssigen“ Erdoberfläche führt zum Widerspruch im Bild der Gegenstrahlung (z.B. THIEME 2001, 2006).

### Sonne nicht schuld am Klimawandel?

Aus dem Max-Planck-Institut für Astrophysik wurde im September 2006 mitgeteilt, dass die Sonne am gegenwärtigen Klimawandel keine Schuld trage (SPRUIT 2006), weil die Änderungen der Strahlungsleistung zu gering ausgefallen sei, um an der Erdoberfläche einen Temperaturanstieg auszulösen. Andererseits war 2004 aus dem gleichen Hause berichtet worden, dass die Sonne seit 60 Jahren „äußerst aktiv“ sei (DEITERS 2004). Man betrachtet freilich nur die Leuchtkraft der Sonne, nicht mögliche Wirkungen über deren Magnetfeld, weil dazu „zuverlässige physikalische Modelle“ fehlen.

Dem entgegen zeigen Auswertungen zum solaren Einfluss auf den Temperaturanstieg, dass  $57\%$  (DIETZE 1999) bis  $69\%$  (MALBERG 2002) der Temperaturvarianz von der Sonne geprägt sind (Abb. 5).

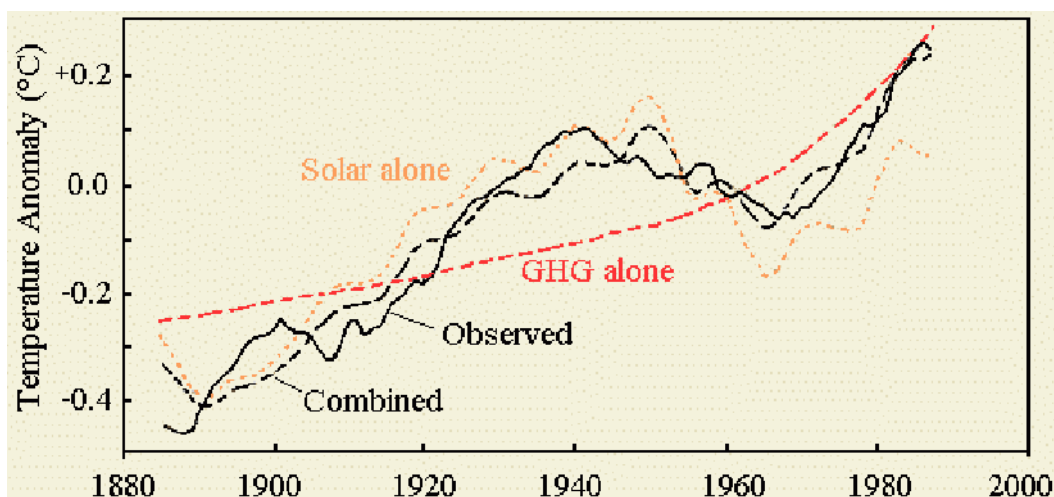


Abb. 5: Temperaturanstieg und Anstieg der Sonnenaktivität sowie der Treibhausgase (GHG) über 100 Jahre (aus DIETZE 1999, nach BALIUNAS et al. 1998)

Dass der vom  $\text{CO}_2$  verursachte anthropogene Treibhauseffekt bis 2100 wesentlich kleiner als vom IPCC angegeben ( $1 \dots 4 \text{ }^\circ\text{C}$ , IPCC 2007) ausfallen wird, hat DIETZE auf der Grundlage eines

eigenen Modells zum globalen CO<sub>2</sub>-Austausch abgeleitet (DIETZE 1998, 2001, 2004, 2005). Er konnte zeigen, dass die mittlere Verweildauer des anthropogenen Zusatz-CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre nicht 570 Jahre (HOUGHTON et al. 2001) sondern nur 55 Jahre beträgt. Daraus resultiert ein wesentlich schwächerer CO<sub>2</sub>-Anstieg bis 2100 als vom IPCC angenommen, und ein entsprechend geringfügiger Beitrag zur Erwärmung. Dass die Zunahme der Masse der Erdatmosphäre – und sei es nur durch die Verdoppelung des CO<sub>2</sub>-Anteiles – deren Wärmespeichervermögen vergrößert, ist unmittelbar einzusehen. Es gibt aber auch einen – sehr kleinen – Erwärmungseffekt, denn der Bodendruck ist der Masse der Atmosphäre proportional, so dass sich bei dynamischer adiabatischer Kompression auch die Bodentemperatur (unbedeutend) erhöht (vgl. HEBERT 2004, Kap. 5.3).

Weiter gibt es eine Gruppe von Autoren (z.B. SVENSMARK and FRIIS-CHRISTENSEN 1997, DE BOER 2001, SHAVIV and VEIZER 2003, JAWOROWSKI 2003/2004, HEBERT 2004, ABDUSSAMATOW 2007), die den Einfluss der Sonne als absolut klimasteuernd ansieht. Die logische Kette zwischen hoher Sonnenaktivität und ansteigender Temperatur auf der Erde ist nach deren Auffassung:

Aktive Sonne → starke magnetische Beeinflussung des erdnahen Weltraumes → Abschirmung der Erde vor kosmischer Strahlung → weniger Kondensationskeime in der Troposphäre → weniger Wolken → Erwärmung und auch umgekehrt.

Überzeugende und quantitative Untersuchungen dieses solar-kosmischen Klimaantriebes finden sich in (SHAVIV 2005). Der Autor studiert den Strahlungseinfluss verschiedener „Mechanismen“ (z.B. CO<sub>2</sub>, Sonne, kosmische Strahlung) in unterschiedlichen Situationen und findet einen Strahlungsantrieb von  $(0,35 \pm 0,09) \text{ K/W}\cdot\text{m}^{-2}$ . Die Wirkung der Sonne wird über das im Takt der Sonnenzyklen variierende interplanetare Magnetfeld und die dadurch ausgelöste Schwankung der kosmischen Strahlung verstanden. Die daraus resultierende Variabilität der troposphärischen Ionisation beträgt etwa 5 % (SVENSMARK 1998, 2000) und verursacht die Modulation des Wolkenbedeckungsgrades der Erde. Die durch den solar-kosmischen Antrieb erzeugte Temperaturzunahme wird für das vergangene Jahrhundert zu  $(0,47 \pm 0,36) \text{ K}$  ermittelt (SHAVIV 2005). Für den anthropogenen Effekt verbleibt ein mit großem Fehler behafteter Rest von  $(0,14 \pm 0,36) \text{ K}$ , der z.B. auch den Wert Null haben könnte. Also: Die Sonne dominiert anscheinend!

Dieses Wissenschaftsfeld muss gründlich erforscht werden. Die Verabsolutierung der Rolle der Treibhausgase könnte sich als sehr teurer Irrweg erweisen.

Fazit: Die Temperatur der bodennahen Luft wird im wesentlichen bestimmt durch die solare Wärmestrahlung (in ihrer Jahreszeiten- und Breitenabhängigkeit), durch die vertikalen und meridionalen Wärmetransportvorgänge in der Atmosphäre (fühlbare und latente Wärme, adiabatische Prozesse) sowie durch Wärmespeichervermögen des Ozeans und der Atmosphäre einschließlich der darin wärmespeichernd wirkenden Wolkendecke.

## Anhang: Zum vorindustriellen CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre

Der Anteil des atmosphärischen Kohlendioxides am natürlichen „Treibhauseffekt“ (33 K) wurde von KONDRATYEV und MOSKALENKO im Jahr 1984 zu 7 K angegeben (KONDRATYEV, MOSKALENKO 1984). Im gleichen Jahr warnte FLOHN angesichts des aus CO<sub>2</sub>-Messbefunden des Observatoriums Mauna Loa (Hawaii) bereits erkennbaren Anstieges des CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Atmosphäre vor nachteiligen Auswirkungen auf das Klima (FLOHN 1984), und es ergab sich die Frage nach dem „natürlichen“, vorindustriellen CO<sub>2</sub>-Gehalte der Luft. Die Auswertung historischer chemischer Bestimmungen (Abb. 6) ergab nach Eliminierung „falscher“ Messwerte 292 ppm (CALENDAR 1958). Das willkürliche Auswahlverfahren der „richtigen“ Messwerte wurde von

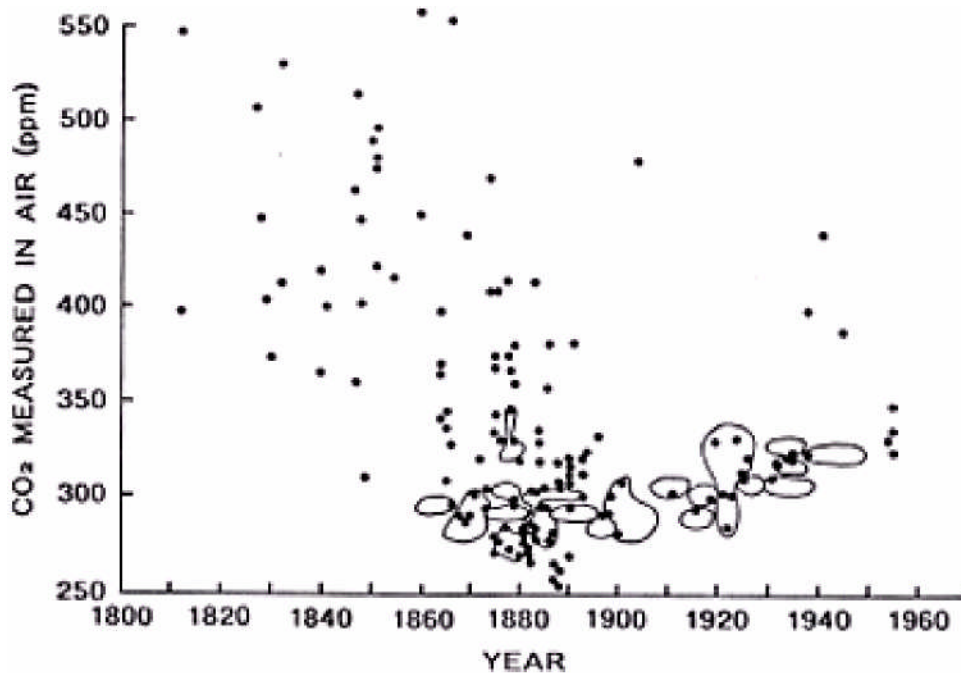


Abb. 6: Historische CO<sub>2</sub>-Bestimmungen an Luft und zur Mittelwertbildung benutzte Daten (○), nach CALENDAR 1958 (aus JAWOROWSKI 2004)

JAWOROWSKI (2004) kritisiert. Das Mittel aller damals vorliegenden Daten hätte ca. 330 ppm ergeben.

Messungen an einem speziell dafür geborgenen Eiskern aus Antarktika (Station Siple) zeigten mit zunehmender Tiefe von 330 ppm (für 1990) auf 280 ppm (1700) abnehmende CO<sub>2</sub>-Gehalte der im Eiskern eingeschlossenen Luft (NEFTEL et al. 1985). Außerdem schlossen die so gefundenen CO<sub>2</sub>-Werte nicht unmittelbar an die Mauna-Loa-Kurve an (Abb. 7).





Ein weiteres Argument dafür, dass der vorindustrielle CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft um 320 ... 330 ppm betragen haben muss, ergibt sich aus der Bilanz des stabilen Kohlenstoff-Isotopes C-13: Hierbei werden die <sup>13</sup>C-Gehalte im Kohlenstoff üblicherweise als relative Abweichung des Atomzahlverhältnisses [<sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C] der Probe von dem eines Standards (Kalk des Meeres) in ‰ angegeben (siehe z.B. HEBERT 1997, CLARK, FRITZ 1997). Die <sup>13</sup>C-Werte für toten Kohlenstoff aus dem Ozean und fossilen organischen Kohlenstoff betragen 0 ‰ bzw. -25 ‰. Messwerte für Luft-CO<sub>2</sub> finden sich in einer Arbeit von BICE (2004) sowie auch in GHOSH und BRAND (2003). Danach betrug der C-13-Wert von Luft-CO<sub>2</sub> im Jahre 2000 - 8 ‰ und für das Jahr 1800 fand man - 6,5 ‰. Mit dem CO<sub>2</sub>-Gehalt von 1995 (ca. 355 ppm) erhält man für die Zumischung von fossilem Kohlenstoff infolge Verbrennung von Energieträgern die Bilanz

$$x \cdot (-6,5 \text{ ‰}) + (355 - x) \cdot (-25 \text{ ‰}) = 355 \cdot (-8 \text{ ‰}), \quad (10)$$

wobei x den CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre um 1800 angibt. Man findet so: 326 ppm. Wenn dieses Ergebnis auch mit einem Fehler von (geschätzt) 5 ... 10 ppm behaftet sein kann, stützt es doch die Hypothese eines vorindustriellen CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Atmosphäre um 320 ... 330 ppm.

## Literaturverzeichnis

ABDUSSAMATOW, CH. (2007): Sonne ist Ursache der Erderwärmung; RIA Novosti, 15.01.2007;  
<http://www.oekologismus.de>

AL GORE, A. A. (2006): An Inconvenient Truth, Film, Oscarpreis

BECK, E. G. (2003): Der Wasserplanet; [www.egbeck.de/treibhaus/treibh.htm](http://www.egbeck.de/treibhaus/treibh.htm)

BECK, E. G. (2006): 180 years of accurate CO<sub>2</sub>-gas analysis in air by chemical methods; To be published, zit. in: JAWOROWSKI 2007  
Energy & Environment 18, Nr. 2 (2007), 2 S.

BICE, D. (2004): Exploring the Dynamics of Earth System; Dept. Geol., Carleton College, Northfield, MN 55057, USA  
[www.carleton.edu/departments/geol/DaveSTELLA/entrance.htm](http://www.carleton.edu/departments/geol/DaveSTELLA/entrance.htm)

BICE, D. (2004): Modelling the Global Carbon Cycle with STELLA; Poster, Workshop "Using Data in the Classroom", Science Education Resource Center, Carleton College

BOLLE, H. J. (1982): Radiation and energy transport in the Earth atmosphere system, in: Handbook of environmental chemistry, Vol. 1, Part B, Heidelberg (Ed. O. HUTZINGER)

CALDER, N. (1997): Die launische Sonne; 212 S., Dr. Böttiger Verlags-GmbH, Wiesbaden

CALLENDAR, G. S. (1958): On the Amount of Carbon Dioxide in the Atmosphere; Tellus 10, 243-248

CHAILLON, N. et al. (2003): Timing of atmospheric CO<sub>2</sub> and Antarctic temperature changes across Termination III, Science 299 (2003) 1728-1731

CLARK, J. FRITZ, P. (1997): Environmental Isotopes in Hydrogeology, 328 S., Levis Publishers, Boca Raton, New York

DE BOER, K. S. (2001): (Astro-)Physik und Erdklima;  
[www.astro.uni-bonn.de/~deboer/pdm/pdminstklimatxt.html](http://www.astro.uni-bonn.de/~deboer/pdm/pdminstklimatxt.html)

DEITERS, S. (2004): Sonne in den letzten Jahren äußerst aktiv; astronews, Aug. 2004;  
[www.astronews.com/news/artikel/2004/08/0408-002p.html](http://www.astronews.com/news/artikel/2004/08/0408-002p.html)

DIETZE, P. (1998): Der Klima-Flop des IPCC; 21 S.; <http://uploader.wuerzburg.de/mm-physik/klima/cmodel.htm>

DIETZE, P. (1999): Estimation of the solar fraction and Svensmark factor; [www.john-daly.com/fraction/fraction.htm](http://www.john-daly.com/fraction/fraction.htm)

DIETZE, P. (2001): Carbon Model Calculations; [www.john-daly.com/dietze/cmodcalc.htm](http://www.john-daly.com/dietze/cmodcalc.htm)

DIETZE, P. (2004): Deutschland auf dem Weg in ein nachhaltiges Energiedilemma; 11 S., [www.schulphysik.de/dietze2004.pdf](http://www.schulphysik.de/dietze2004.pdf)

DIETZE, P. (2005): Zur Kontroverse um CO<sub>2</sub>, Klima und Energie; DVD-Video, 3300 MB

GERLICH, G. (1995). Die physikalischen Grundlagen des Treibhauseffektes und fiktiver Treibhauseffekte; Vortrag, Herbstkongress der Europäischen Akademie für Umweltfragen, Leipzig 1995, 40 S.; <http://www.schmanck.de/gerlich/Vortrag/Leipzig.m.ZF.pdf>

GERLICH, G. (2005): Klima, Energie und Katastrophen – Die Lüge vom Kohlendioxid-Treibhauseffekt; Vortrag, Mittelstands- und Wirtschaftsvereinigung der CDU, Düsseldorf-Erkrath, 2005, 29 S.; <http://www.schmanck.de/gerlich/Duesseldorf-Erkrath.pdf>

GHOSH, P.; BRAND, W. A. (2003): Stable isotope ratio mass spectrometry in global climate change research; Int. Journ. of Mass Spectrometry 228, 1-33

HEBERT, D. (1997): Isotopenmethoden in der Hydrogeologie; Wiss. Mitt. Inst. Geologie Nr. 2, TU Bergakademie Freiberg, 110 S.

HEBERT, D. (2004): Atmosphäre und Klima, 67 S.; Wiss. Mitt. Inst. Geol. 26, TU Bergakademie Freiberg; [www.physik.tu-freiberg.de/~wwwan/studium/hb\\_vl\\_atmosp.html](http://www.physik.tu-freiberg.de/~wwwan/studium/hb_vl_atmosp.html)

HEBERT, D. (2005): Der Atmosphären-Effekt, 13 S.; [www.schulphysik.de/klima/Atm\\_Effekt.pdf](http://www.schulphysik.de/klima/Atm_Effekt.pdf)

HEBERT, D. (2006): Die Klima-„Katastrophe“, 18 S.; [http://www.schmanck.de/hb\\_klimakatastrophe2006.pdf](http://www.schmanck.de/hb_klimakatastrophe2006.pdf)

HOUGHTON, J. T. (Ed., 2001): Climate Change 2001: The Scientific Basis; IPCC, 881 S., Cambridge University Press, Cambridge

HOUGHTON, J. T. (Ed., 2001): Climate Change 2001: Report of Intergovernmental Panel on Climate Change; 881 p., Cambridge University Press

IPCC (2007): Climate Change 2007: The Physical Science Basis (Summary for Policymakers), 21 S.; <http://www.ipcc.ch>;  
[http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/docs/WG1AR4\\_SPM\\_Approved\\_05Feb.pdf](http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/docs/WG1AR4_SPM_Approved_05Feb.pdf)

JAWOROWSKI, Z. J. (1997): Ice Core Data Show No Carbon Dioxide Increase; Science & Technology Magazine of 21<sup>st</sup> CENTURY, spring 1997, 42-52

JAWOROWSKI, Z. (2004): Solar Cycles, Not CO<sub>2</sub>, Determine Climate; Science & Technology Magazine, 52-65, Winter 2003-2004, Washington

JAWOROWSKI, Z. J. (2004): Climate Change: Incorrect information on pre-industrial CO<sub>2</sub>; 1-5; [www.warwickhughes.com/icecore/](http://www.warwickhughes.com/icecore/)

JAWOROWSKI, Z. (2007): CO<sub>2</sub>: The Greatest Scientific Scandal of Our Time; EIR Science, March 16, 2007, 38-53

KIEHL, J. T.; TRENBERTH, K. E. (1997): Earth's annual mean energy budget; Bull. Am. Met. Soc. 78 (1997), 197-208

KLAUS, V. (2007): Interview mit „Hospodárské noviny“ am 08.02.07, 2 S.; <http://www.schmanck.de/Vklaus.pdf>;

<http://motis.blogspot.com/2007/02/vclav-klaus-about-ipcc-panel.html>

KRAHMER, P. (2003): Es ist die Sonne und kaum der Mensch!; Referat zum Themenforum der kritischen Akademie 2003; [www.schulphysik.de/klima/klima2003/](http://www.schulphysik.de/klima/klima2003/)

KRAHMER, P. (2006): Anthropogene Klimaänderung; [www.schulphysik.de/klima.html](http://www.schulphysik.de/klima.html)

KRAUS, H. (2004): Die Atmosphäre der Erde; Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2004, 422 S.

LANDSCHEIDT, T. (1998): Solar activity and climate; [www.john-daly.com/solar/solar.htm](http://www.john-daly.com/solar/solar.htm)

LANDSCHEIDT, T. (2003): New little ice age instead of global warming?; Energy and Environment 14, 327-350

LEITNER, E.; FINCKH, U. FRITSCH, F. (2006): Umwelt und Technik, Kohlendioxid im Erdaltertum; Digitale Schule Bayern, [http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web\\_ph10/umwelttechnik/13treibhaus/co2/kohlendi-oxid\\_alt.htm](http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web_ph10/umwelttechnik/13treibhaus/co2/kohlendi-oxid_alt.htm)

MALBERG, H. (2002): Über den Klimawandel in Mitteleuropa seit 1850 und seinen Zusammenhang mit der Sonnenaktivität; Beiträge der FU Berlin zur Berliner Wetterkarte 17/02, 2-5

NEFTTEL, A. et al. (1985): Evidence from polar ice core for the increase in atmospheric CO<sub>2</sub> in the past two centuries; Nature, 315, p. 45-47

NEIS, H. (1993): Die CO<sub>2</sub>-Problematik; Mon. FZ Jülich, Bd. 9 (1993)

PETIT, J. R. et al. (1999): Climate and atmospheric history of the past 420000 years from the

Vostok ice core, Antarctica; Nature 399 (1999), 429-436

PULS, K.-E. (2007): Unser Klima wird im Weltraum gemacht – Freispruch für CO<sub>2</sub>?; Vortrag, Astronom. Vereinigung Elbe-Weser, 2007, 11 S.; <http://loewen-apotheke-bederkesa.blogspot.com/>

ROEDEL, W. (2000): Physik unserer Umwelt – Die Atmosphäre, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2000, 498 S.

SCHIDLOWSKI, M. (1988): Die Geschichte der Erdatmosphäre; S. 182-193 in: Die Dynamik der Erde; Spektrum der Wissenschaft, Heidelberg, 1988

SCHULZ, G. (2007): Die Klima-Hysterie; Welt-online v. 12.01.07, [www.welt.de/print-welt/article708190/Die\\_Klima\\_Hysterie.html](http://www.welt.de/print-welt/article708190/Die_Klima_Hysterie.html)

SCHULZ, J. (2006) Atomkraft: Ein teurer Irrweg. 15 S., Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Ref. Öffentlichkeitsarbeit, März 2006

SHAVIV, J.; VEIZER, J. (2003): Celestial driver of Phanerozoic climate? In: GSA Today, Vol. 13, No. 7, 4-10

SHAVIV, N. J. (2005): On climate response to changes in the cosmic ray flux and radiative budget; 15 S., J. Geophys. Res. 110 (2005) A 08105

- SPRUIT, H. (2006): Die Sonne ist nicht schuld am Klimawandel; Presseinformation der Max-Planck-Gesellschaft SP 29/2006 (155) v. 14.09.2006,  
Originalveröff.: FOUKAL, P. V.; FRÖHLICH, C.; SPRUIT, H. C. and WIGLEY, T. M. L. (2006): Variations in solar luminosity and their effect on Earth's climate, Nature, 14.9.2006
- STEHLIK, G. (2006): Was beeinflusst die Erdtemperatur wirklich? S. 11-28, Korona 34, Nr. 102
- SVENSMARK, H. (1998): Influence of cosmic rays on earth's climate; Phys. Rev. Lett. 81 (1998) 5027-5030
- SVENSMARK, H. (2000): Cosmic rays and earth's climate; Space Sci. Rev., 93 (2000) 175-185
- SVENSMARK, H. and FRIIS-CHRISTENSEN, E. (1997): Variation of cosmic ray flux and global cloud coverage – a missing link in solar-climate relationships; J. Atmosph. Solar-Terrest. Physics, 59, No. 11, 1225-1232
- THIEME, H. (2000): Der thermodynamische Atmosphäreneffekt, 14 S.; Fusion Nr. 3, 2000
- THIEME, H. (2001, 2006): Zum Phänomen der atmosphärischen Gegenstrahlung, 7 S.; <http://freenet-homepage.de/klima/gegenstrahlung.htm>
- THÜNE, W. (2000): Der Treibhaus-Schwindel, 351 S.; Wirtschaftsverlag Discovery Press, Openheim
- THÜNE, W. (2002): Freispruch für CO<sub>2</sub>; 236 S. Edition Steinherz, Wiesbaden
- THÜNE, W. (2007): Das Wetter widerlegt alle Klimahypothesen – Treibhauseffekt ist physikalisch unmöglich, 7 S.; <http://www.schmanck.de/thuene.htm>

## **Danksagung**

Der Verfasser bedankt sich für die technische Anfertigung des Manuskriptes herzlich bei Frau Dipl.-Ing. (FH) R. Kiehne