

## 4. Kritische Betrachtung der Studie von Kiehl und Trenberth

Earth's Annual Global Mean Energy Budget, KT97

### 4.1 Wenn man die Studie genau liest, was fällt auf?

Welche Messwerte des ERBS-Satelliten von Kapitel 2 gehen in FIG. 7 von KT97 wie ein, welche nicht und warum nicht? Welchen physikalischen Gesetzen unterliegt dieses Modell? Werden die Anwendungsgrenzen der verwendeten physikalischen Gesetze eingehalten? Ist das Bilanzgleichgewicht eingehalten?

#### 4.1.1 Longwave cloud forcing und Shortwave Radiation

Die Strahlungsdifferenz, Longwave Cloud Forcing, der Satellitenmessung  $30.8 \text{ W/m}^2$  (Mittelwert Kapitel 2) passt mit dem Messergebnis aus dem Labor von FIG. 31 zusammen. Labormessung grafisch integriert:  $30,4 \text{ W/m}^2 = 1,8 \times 4 + 4,9 \times 2 + 4,0 \times 2,8 + 0,3 \times 4 + 0,2/2 \times 10 \text{ W/m}^2$

„...The longwave cloud forcing, clear minus cloudy sky flux, is  $30 \text{ W/m}^2$ , which agrees closely with the annual mean ERBE value ...“<sup>2</sup> Die Shortwave Radiation aus ERBE beträgt im Mittel  $101 \text{ W/m}^2$ . Im Gegensatz dazu beträgt die einzig nach oben gerichtete kurzwellige Strahlung in FIG. 7, KT97, die Reflected Solar Radiation,  $107 \text{ W/m}^2$ . Dies ist der Anteil, der durch diffuse Zerstreuung (Reflection by surface and clouds) so verteilt wird, dass er nach allen Richtungen abgelenkt wird. Wäre die kurzwellige Strahlung an dieser Stelle im Modell richtig bzw. das Modell richtig, betrüge die Abweichung  $6 \text{ W/m}^2$ .

#### 4.1.2 Ausgehende langwellige Strahlung $235 \text{ W/m}^2$ und ERBE-Satelliten-Messung

KT97 legt dar, Zitat: „The ERBE [...] provided nearly 5 yr of continuous data from the mid-1980s. The global annual mean of these data [...] indicate that the Outgoing Longwave Radiation is  $235 \text{ Wm}^{-2}$ “<sup>3</sup> und weiter: „Therefore, we use the ERBE outgoing longwave flux of  $235 \text{ W/m}^2$  [...]“<sup>4</sup> von der Erde in Richtung All mit einer langwelligen Strahlung von  $235 \text{ W/m}^2$ <sup>5</sup>. Die Studie KT97 beruft sich hierbei auf die ERBE-Satellitendaten, die aber **auch einen Wert von  $243 \text{ W/m}^2$**  ergeben (Kap. 2.2).  $5 \text{ W/m}^2$  machen bei der Temperaturberechnung etwa  $1 \text{ }^\circ\text{C}$  aus (Kap. 7 „globale Mitteltemperatur“). Der Unterschied von  $8 \text{ W/m}^2$  macht einen Unterschied von ca.  $1,6 \text{ }^\circ\text{C}$  für die globale Mitteltemperatur aus.  **$235 \text{ W/m}^2$  widersprechen den ERBS-Messwerten des ERBE-Programms von 1985 bis 1989** (Kap. 2.2).

Oder auch eine andere Interpretation **FIG. 7, KT97** korrespondiert mit **ERBS Satellit** zulassen:

Outgoing Longwave Radiation	$235 \text{ W/m}^2$	<b><math>276 \text{ W/m}^2</math></b>
abzüglich Longwave Cloud Forcing <sup>6</sup>	$30 \text{ W/m}^2$	$31 \text{ W/m}^2$
Longwave Radiation	$205 \text{ W/m}^2$	$243 \text{ W/m}^2$
emitted by Atmosphere + atm. window	$165 \text{ W/m}^2 + 40 \text{ W/m}^2$	

<sup>1</sup> KT97, S. 202.

<sup>2</sup> KT97, S. 201, 1. Absatz.

<sup>3</sup> KT97, S. 198, 3. Radiative energy budget, a. Top-of-atmosphere fluxes, 2. Satz.

<sup>4</sup> **KT97, S. 199, rechte Spalte 1. Satz.**

<sup>5</sup> KT97, S. 198, Kapitel 3, a. Top-of-fluxes, 1. Absatz

<sup>6</sup> KT97, S. 201, linke Spalte 2. Satz.

Im zweiten Fall entspräche die ausgehende Strahlung *Outgoing Longwave Radiation*  $235 \text{ W/m}^2$  der *Clear Sky Longwave Radiation* des ERBS-Satelliten. Das Modell KT97 begrenzt durch die gewählte  $\frac{1}{4}$ -Verteilung die größtmögliche langwellige Abstrahlung von der Erde in das Orbit auf maximal  $235 \text{ W/m}^2$ . Dadurch kann von den Satelliten, NOAA9 ( $274.7 \text{ W/m}^2$ ), NOAA10 ( $277.5 \text{ W/m}^2$ ) und ERBS ( $276.3$ ) die bis zu über  $40 \text{ W/m}^2$  höher gemessene mittlere Abstrahlung der Erde nicht im Modell abgebildet werden.

#### 4.1.3 Welche Mittelwerte der Strahlungsmesswerte des ERBS-Satelliten gehen in KT97 ein?

(ERBS nach CEDA siehe Kap. 2.2)

GLOBAL MEAN OF Satellitenmesswerte (in $\text{W/m}^2$ )	1985	1986	1987	1988	1989	Mittelwert	KT97
SHORTWAVE RADIATION	101.4	100.6	100.8	101.3	100.3	100.9	107
LONGWAVE RADIATION	242.4	242.3	243.1	243.2	243.5	242.9	235
NET RADIATION	21.3	21.0	19.9	18.3	19.1	19.9	-
CLEAR-SKY SHORTWAVE RAD.	50.2	50.4	50.5	50.5	49.7	50.3	-
CLEAR-SKY LONGWAVE RAD.	276.6	275.4	276.5	276.5	276.5	276.3	-
LONGWAVE CLOUD FORCING	31.0	30.9	30.9	30.8	30.3	30.8	30
CLEAR-SKY NET RADIATION	44.1	43.4	41.1	41.3	39.5	41.9	-
SHORTWAVE CLOUD FORCING	-48.0	-47.7	-48.2	-48.2	-48.2	-48.1	-
NET CLOUD FORCING	-17.8	-17.6	-18.3	-18.4	-18.5	<u>-18.1</u>	-
Summe ( $\text{W/m}^2$ )						696.8	372

(Für die Summe wird der Fall unterstellt, dass sich die Net-Strahlungen unter Berücksichtigung des Vorzeichens gegenseitig nahezu aufheben. In Kapitel 5 wird hierzu noch näher eingegangen.)

Satellitenmesswerte (in %)

ALBEDO:	26.9	26.8	26.9	27.1	26.8	26.9	31.3
CLEAR-SKY ALBEDO :	13.4	13.5	13.6	13.5	13.4	13.5	8.8

Anmerkung für KT97 wurde die CLEAR-SKY ALBEDO mit  $30 \text{ W/m}^2/342 \text{ W/m}^2 = 8.8 \%$  bestimmt.

Das Modell KT97 mit FIG. 7 berücksichtigt mit drei (*SHORTWAVE RADIATION*, *LONGWAVE RADIATION* und *LONGWAVE CLOUD FORCING*) von neun Strahlungsmesswerten etwa die Hälfte der von der Erde in Richtung Orbit abgegebenen und dann vom Satelliten gemessenen Energie zu  $53 \%$  ( $372/697 \times 100$ ). Betrachtet man die gemessene Strahlungsenergie mathematisch als Betrag, also vorzeichenlos (siehe Kap. 5.3 und 5.11.1), dann bildet KT97 weniger als die Hälfte  $45 \%$  ( $372/829$ ) ab. Zählt man die zwei Albedos in % auch als Messwerte, dann verwendet KT97 fünf von 11 Messwertreihen, also knapp die Hälfte der gefunkten Satellitenmesswerte.

**Wenn von der Sonne nur  $66 \text{ W/m}^2$  in KT97 für  $390 \text{ W/m}^2$  Wärmewirkung bzw.  $14.8 \text{ }^\circ\text{C}$  vorhanden sind, fehlen genau  $324 \text{ W/m}^2$  ( $390-66$ ) und diese entsprechen ziemlich genau den  $324.8 \text{ W/m}^2$  ( $696.8 \text{ W/m}^2 - 372 \text{ W/m}^2$ ) der fehlenden 6 Messwerte aus 11 Messwerten (Kap 1.14 „Validierung von physikalischen Rechenmodellen“).**

**Kiehl und Trenberth haben die langjährig vom Satelliten gemessene, aber in ihrem Modell nicht abgebildete Leistung von  $324.8 \text{ W/m}^2$  ersetzt, in dem sie stattdessen eine nicht messbare Gegenstrahlung von  $324 \text{ W/m}^2$  proklamieren.**

Im Modell KT97 wirken für  $14.8 \text{ }^\circ\text{C}$  globale Erdmitteltemperatur für das Jahr 1990  $390 \text{ W/m}^2$  erwärmend. Die Wärmewirkung von  $390 \text{ W/m}^2$  wird durch die direkte, unmittelbare Sonneneinstrahlung zu ca.  $17 \%$

( $66 \text{ W/m}^2/390 \text{ W/m}^2 \times 100$ ) generiert und indirekt durch Wärmewirkung unsymmetrischer Moleküle zu ca. 83 % ( $324 \text{ W/m}^2/390 \text{ W/m}^2 \times 100$ ). Die temperaturerhöhende Wirkung von unsymmetrischen Gasen, die es in physikalischen Versuchen in bescheidenem Umfang gibt- ja  $\text{CO}_2$  strahlt wirklich-, wird nach Meinung des Autors bei einem Treibhauseffekt von  $33 \text{ }^\circ\text{C}$  in falscher Weise erheblich, nämlich in KT97 um den Faktor 4,9 (83/17), übergewichtet.

#### 4.1.4 Absenkung der Feuchtigkeit im Einsäulen-Labormodell

Man hat die Feuchtigkeit der US-Standard-Atmosphäre von 1976 um 12 % reduziert. Man nimmt in der Zusammensetzung um 12 % weniger  $\text{H}_2\text{O}$ -Moleküle. Somit übergewichtet man aber alle anderen Moleküle. Die ist geschuldet, um den „... mean clear sky outgoing longwave flux of nearly  $265 \text{ W/m}^2$ ...“ anzupassen an das „... 1976 profile in the narrowband model yields a flux of  $262 \text{ W/m}^2$ ...“<sup>7</sup> mit  $262 \text{ W/m}^2$  des Einsäulen-Labormodells.

#### 4.1.5 Clear sky outgoing longwave flux von $265 \text{ W/m}^2$ und ERBE-Satellitenmessung

Im Text KT97 ist zu lesen: „The ERBE data imply a global mean clear sky outgoing longwave flux of nearly  $265 \text{ W/m}^2$ ...“<sup>8</sup> Dies passt wiederum nicht um ca.  $11 \text{ W/m}^2$  zu den veröffentlichten Satellitendaten von  $276 \text{ W/m}^2$  ERBS Satellit<sup>9</sup>. Der Unterschied von  $11 \text{ W/m}^2$  macht einen Unterschied von ca.  $2,2 \text{ }^\circ\text{C}$  für die globale Mitteltemperatur aus. Diese wird auf **zehntel Grad – entspricht bei  $15 \text{ }^\circ\text{C}$   $0,5 \text{ W/m}^2$**  – zum Beispiel bei Klimazielen angegeben, wofür diese Studie eine zentrale Grundlage ist (Aufnahme mit FIG. 7 in mehrere IPCC-Berichte).  $265 \text{ W/m}^2$  sind jedoch **nicht** belastbar (vgl. Kapitel 2.3 „NOAA-9-Satellit“).

#### 4.1.6 Auswirkung von $265 \text{ W/m}^2$ als falscher Referenzwert auf die $\text{CO}_2$ -Konzentration

Wenn man für  $3 \text{ W/m}^2$  Strahlungsanpassung bereits 12 % der  $\text{H}_2\text{O}$ -Moleküle entfernt, wie viele  $\text{H}_2\text{O}$ -Moleküle müsste man entfernen, um von  $276 \text{ W/m}^2$  auf  $262 \text{ W/m}^2$  (Laborwert) zu kommen, ein linearer Zusammenhang sei unterstellt:  $(276 - 262)/3 \times 12\% = 56\%$ . Ist das der Grund, warum nicht  $276 \text{ W/m}^2$  der Satellitenmessung, sondern **nur  $265 \text{ W/m}^2$  als Referenzwert** genau an dieser Stelle angegeben werden? Dieser ERBE-Referenzwert ist aber nicht belastbar. Der englische Gelehrte Charles Babbage hatte Kriterien aufgestellt, die wissenschaftlichem Arbeiten widersprechen. Der Leser soll sich sein eigenes Urteil bilden.  $\text{CO}_2$  wurde für Laborversuche mit 353 ppm, dem Wert von 1990, zugrunde gelegt.<sup>10</sup> Bei 56 % Erhöhung, um  $276 \text{ W/m}^2$  den Satellitenmesswert zu erreichen, ein linearer Zusammenhang sei wieder unterstellt, müsste die  $\text{CO}_2$ -Konzentration  $1,56 \times 353 = 551 \text{ ppm}$  betragen. Druck, Volumen und Temperatur der Labormessung sollen sich nicht ändern. Hintergrund: Bei gleicher Temperatur und gleichem Druck enthalten gleiche Volumina verschiedener Gase gleich viele Moleküle (Gesetz von Avogadro).<sup>11</sup>

#### 4.1.7 Luftdruck im Einsäulen-Labormodell

Für das Profil der Laboratmosphäre wurde von der U.S.-Standard-Atmosphäre 1976 die vertikale Verteilung von Temperatur, Wasserdampf und Ozon herangezogen. Gase mit einem Anteil von unter  $1 \text{ W/m}^2$  Strahlungsanteil wurden weggelassen. Für Methan und  $\text{CO}_2$  wurde die Konzentration von 1990 zugrunde gelegt. Die Luftdruckverteilung über die Höhe wurde oder konnte nicht berücksichtigt werden.

---

<sup>7</sup> KT97, S. 200 linke Spalte, letzter Absatz.

<sup>8</sup> KT97, S. 200 b, 3. Absatz.

<sup>9</sup> CEDA, Centre for Environmental Data Analysis UK, Werte siehe im Kapitel 2.2 Vorstellung des Satellitenexperimentes.

<sup>10</sup> KT97, S. 200, linke Spalte 2. Abschnitt.

<sup>11</sup> Dobrinski, K., V., Physik für Ingenieure, 2.2.3 Gase, S. 154.