

# Die thermostatische Kontrolle

geschrieben von Willis Eschenbach | 2. Januar 2014

Ähnlich dazu ist die Kontrolle in der globalen Klima-Maschine die tropische Albedo (Reflektivität). Die tropische Albedo kontrolliert, wie viel einfallende Sonnenstrahlung am warmen Ende der Wärmemaschine zurück in den Weltraum reflektiert wird. Mit anderen Worten, die Albedo steuert die einfallende Energie und damit das gesamte System.

Außerdem habe ich gesagt, dass die tropische Albedo eine extrem nichtlineare Funktion der Temperatur ist. Daher habe ich mir gedacht, die CERES-Satellitendaten heranzuziehen, um mal nachzuschauen, wie stark diese Drosselung in Watt pro Quadratmeter ( $W/m^2$ ) ist und wo genau sich diese Drossel befindet. Wenn es eine solche Drossel gibt, würde einer der charakteristischen Features dabei sein, dass *die reflektierte Menge der Sonnenenergie mit zunehmender Temperatur zunehmen muss*. Abbildung 1 zeigt das Ergebnis dieser Analyse:

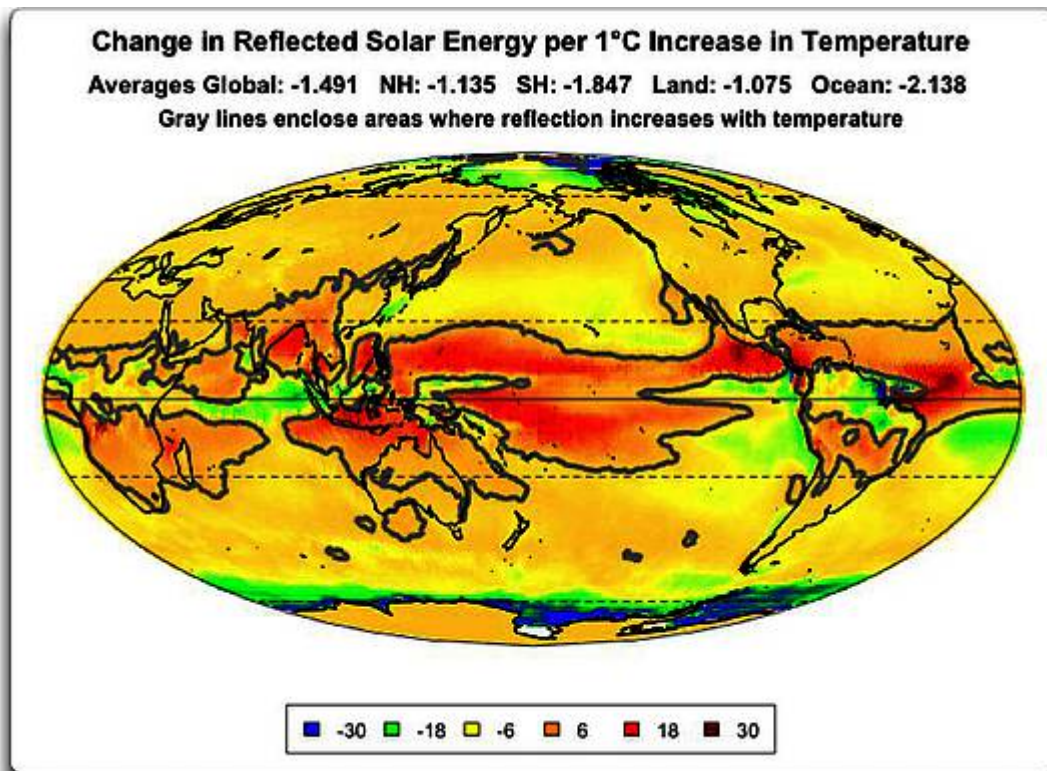


Abbildung 1: Mittlere Änderung der reflektierten Solarenergie durch eine Temperaturzunahme um  $1^{\circ}C$ . Rote Flächen zeigen eine größere Reflektion mit steigender Temperatur. Die Änderung der reflektierten Energie wird berechnet auf Basis einer Gitterbox. Dabei berechnet sich die Änderung der Albedo pro  $1^{\circ}C$  Temperaturzunahme in dieser Gitterbox multipliziert mit der mittleren Solarstrahlung für diese Gitterbox. Die graue Linie zeigt, wo sich die Albedo mit der Temperatur nicht ändert. Gepunktete Linien zeigen die Tropen (von  $23,45^{\circ}N$  bis  $23,45^{\circ}S$ ) und die Kreise um die Pole (jeweils nördlich von  $66,55^{\circ}$ ).

Daraus erkennt man eindeutig, dass ein solcher Steuerungsmechanismus

existiert. Man erkennt auch, wo wir ihn zu finden erwarten können, nämlich nahe dem Äquator, wo maximal Energie in das System eintritt. Im Mittel agiert die Drossel in den von der grauen Linie umschlossenen Gebieten. Allerdings war ich überrascht von der Stärke des Mechanismus'. Es gibt weite Gebiete (rot), in denen 1°C Erwärmung zu einer Zunahme der Reflektion der Solarstrahlung um 10 W/m<sup>2</sup> oder mehr führt. Offensichtlich würde diese Kontrolle ein Faktor sein bei der Erklärung der Beobachtungen einer Wassertemperatur im offenen Ozean von etwa 30°C.

Der Drosselmechanismus agiert über den meisten Gebieten der tropischen Ozeane und selbst in manchen tropischen Landgebieten. Er ist am stärksten im Bereich der ITC, die unter dem Äquator in den indischen Ozean und über Afrika hinweg verläuft, und über dem Äquator im Pazifik und Atlantik.

Als Nächstes ist es der Erwähnung wert, dass die Gesamtauswirkung der Temperatur auf die Reflektion von Sonnenstrahlen etwa Null ist (der globale, nach Gebiet gemittelte Wert beträgt -1,5 W/m<sup>2</sup> pro Grad. Das ist geringer als die Fehlerbandbreite in den Daten). Außerdem ähneln sich weite außertropische Land- und Seegebiete darin, dass sie alle leicht negativ sind (hell orange). Dies ist ein weiterer Hinweis auf die Arbeit eines die Temperatur regelnden Systems. Da die Albedo in vielen Gebieten der Erdoberfläche relativ unempfindlich gegenüber Temperaturänderungen reagiert, können geringe Temperaturänderungen in den Tropen bereits große Auswirkungen auf die Energiemenge haben, die in das System eintritt. Abbildung 2 zeigt die Beziehung (nur Festland) zwischen der absoluten Temperatur in °C und die Änderung der reflektierten Energie pro Grad Erwärmung.

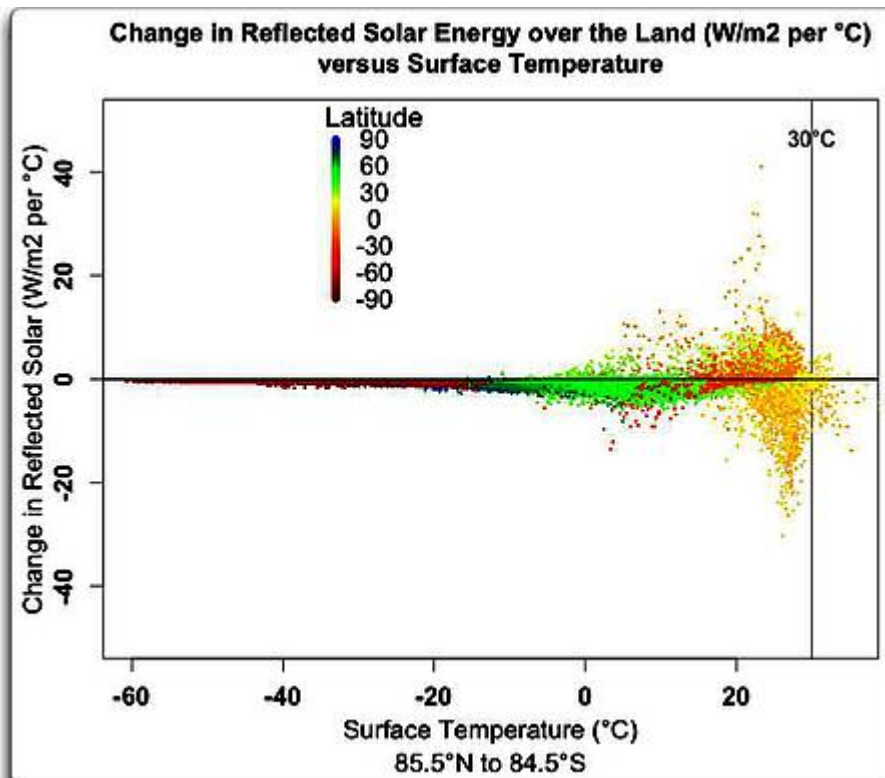


Abbildung 2: Änderung der reflektierten Sonnenenergie ( $\text{W/m}^2$  pro  $^\circ\text{C}$ ) im Vergleich zur absoluten Temperatur in  $^\circ\text{C}$  über dem Festland. Man beachte, dass sich in Gebieten mit einem Temperatur-Jahresmittel unter  $0^\circ\text{C}$  nur geringe Variationen der Reflektion von der Oberfläche mit einer sich ändernden Temperatur zeigt. Vom Gefrierpunkt bis etwa  $20^\circ\text{C}$  ist die reflektierte Menge allgemein rückläufig, wenn die Temperatur zunimmt. Über  $20^\circ\text{C}$  gibt es zwei Arten der Reaktion – nennenswerte Zunahme oder nennenswerte Abnahme der reflektierten Solarstrahlung mit der Temperatur.

Weiter! Die polnahen Ozeangebiete zeigen ein umgekehrtes Verhalten wie in den Tropen. Während tropische Albedo-Änderungen die Tropen kühlen, nehmen die Albedo und das reflektierte Sonnenlicht mit steigender Temperatur ab.

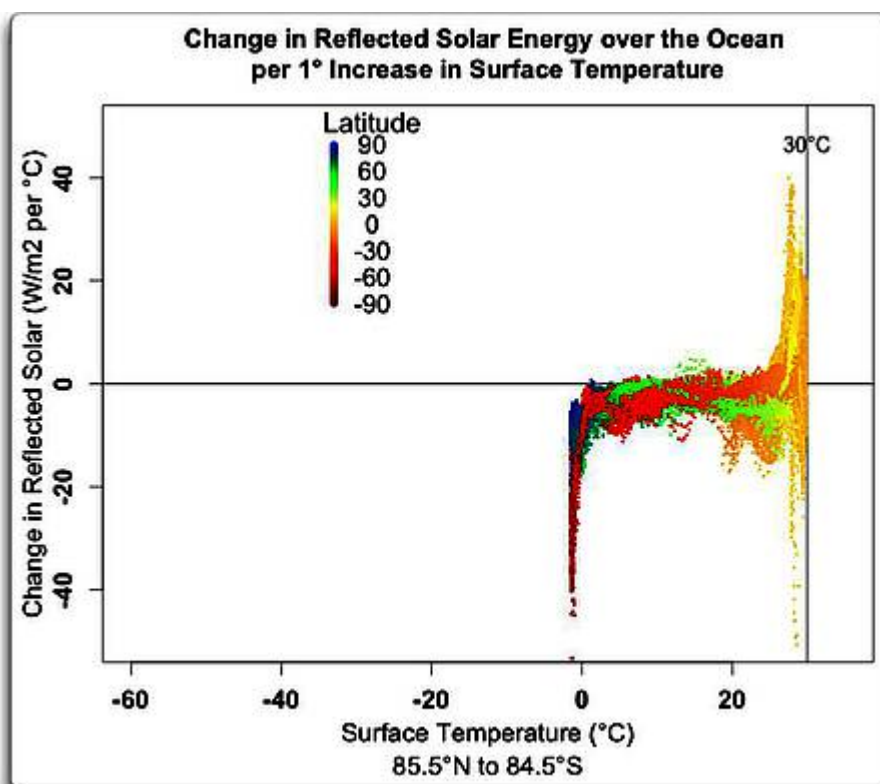


Abbildung 3: Änderung der reflektierten Solarenergie ( $\text{W/m}^2$  pro  $^\circ\text{C}$ ) gegen die absolute Temperatur ( $^\circ\text{C}$ ) über den Ozeanen, jährliche Mittelwerte. Wo das jährliche Temperaturmittel nahe Null Grad liegt, gibt es eine starke negative Variation der Reflektion an der Oberfläche mit der Temperatur. Vom Gefrierpunkt bis etwa  $20^\circ\text{C}$  ist die Variation stabil und leicht negativ. Bei einer Mitteltemperatur über  $20^\circ\text{C}$  gibt es zwei Arten der Reaktion – nennenswerte Zunahme oder nennenswerte Abnahme der reflektierten Solarstrahlung mit der Temperatur – bis zur Obergrenze bei  $30^\circ\text{C}$ .

Das bedeutet, dass zusätzlich zur Begrenzung des Gesamt-Energie-Inputs in das ganze System die temperaturabhängige Albedo auch **Änderungen des reflektierten Sonnenlichtes moderiert. Trendmäßig werden die Tropen**

**dabei kühler und die Pole wärmer**, als es sonst der Fall wäre. Dies würde eindeutig dafür sorgen, die Gesamt-Temperaturschwingungen des Planeten zu limitieren.

Und schließlich, die Verwendung monatlicher Mittelwerte verschleiert einen wesentlichen Punkt, nämlich dass sich Änderungen im Zeitscale von Minuten ändern, nicht von Monaten. Und auf täglicher Basis gibt es keine Gesamterhöhung um  $10 \text{ W/m}^2$  pro Grad Temperaturänderung. Stattdessen gibt es bis zu einem bestimmten Zeitpunkt tagsüber keine Wolken, und die volle Intensität der Sonnenenergie kann in das System einfallen. Während dieser Zeit gibt es praktisch keine Änderung der tropischen Albedo mit steigender Temperatur.

Dann plötzlich, im Mittel um 11 Uhr, vollführt die Albedo einen gewaltigen Sprung, sobald sich Cumulusbewölkung bildet bis hin zu einem voll entwickelten Cumulus-Regime. Das führt zu einem Sprung in der Albedo und kann die Temperaturen sogar sinken lassen trotz des zunehmenden solaren Antriebs, wie ich hier, hier, hier, hier und hier gezeigt habe.

Daraus erkennt man, dass die thermische Regelung der tropischen Albedo erfolgt durch **Änderungen der Zeit des Beginns der täglichen Cumulusbildung und der Intensität des täglichen Cumulus/Cumulonimbus-Regimes**. Je wärmer es an jenem Tag ist, umso eher setzt die Bildung von Cumulus-Wolken ein, und umso mehr davon wird es geben. Dies reduziert die in das System eintretende Energiemenge um Hunderte Watt pro Quadratmeter. Und andererseits bilden sich Cumuli an kühleren Tagen später am Tag und erreichen womöglich gar nicht das Cumulonimbus-Stadium, und es gibt weniger Wolken. Dies lässt die in das System einfallende Energiemenge um Hunderte Watt pro Quadratmeter zunehmen.

Ich erwähne das um zu zeigen dass das System *nicht* einen mittleren Kontrollwert von beispielsweise  $10 \text{ W/m}^2$  erreicht über einem mittleren Gebiet, in dem die Kontrolle aktiv ist.

Stattdessen erreicht es einen viel größeren Kontrollwert von einigen hundert Watt pro Quadratmeter, aber nur dann, **wann und wo dieser gebraucht wird**, um lokale Hitzeinseln zu kühlen oder um lokale kühle Gebiete zu erwärmen. Folge: die Mittelwerte führen in die Irre.

Der wichtigste Grund zu verstehen, dass die Albedo-Änderungen STÜNDLICHE und nicht monatliche Änderungen sind, besteht darin, dass das, was das System reguliert, augenblickliche Bedingungen der Kontrolle von Wolkenbildung sind und nicht mittlere Bedingungen. Wolken bilden sich nicht in Abhängigkeit von der Stärke der Antriebe, egal ob von der Sonne oder CO<sub>2</sub> oder Vulkane. Sie bilden sich ausschließlich nur, wenn es warm genug ist.

Und das wiederum bedeutet, dass sich nicht viel ändern wird, wenn sich der Antrieb ändert ... weil die Wolkenbildung temperaturabhängig und nicht antriebsabhängig ist.

Ich denke, dass diese augenblickliche Reaktion der Hauptgrund dafür ist, dass es so schwierig ist, zum Beispiel ein solares Signal in den Temperaturaufzeichnungen zu finden – weil die Thermoregulation auf der Temperatur basiert, nicht auf dem Antrieb. Daher agiert sie unabhängig von Änderungen des Antriebs.

Das ist auch der Grund dafür, dass Vulkane nur einen so geringen Unterschied in der globalen Temperatur ausmachen – weil das System augenblicklich auf kühlere Temperaturen reagiert in Gestalt einer verringerten Albedo. Damit erlaubt es den zusätzlichen Eintritt von hunderten  $W/m^2$ , um den Temperaturabfall zu kompensieren.

Es gibt noch viel mehr im CERES-Datensatz zu entdecken, und obwohl ich schon Einiges zutage gefördert habe, kann man immer noch sehr viel damit machen – eine Analyse der Klima-Wärmemaschine zum Beispiel. Allerdings denke ich, dass das klare Vorhandensein der Existenz eines durch die Temperatur geregelten Mechanismus, der die in das System eintretende Energiemenge kontrolliert, eines Extrabeitrages würdig ist.

Link: <http://wattsupwiththat.com/2013/12/28/the-thermostatic-throttle/>

Übersetzt von Chris Frey EIKE