

Die Mysterien modellieren

geschrieben von Chris Frey | 16. Mai 2024

[Willis Eschenbach](#)

Jedes Mal, wenn ich mir die Klimamodelle ansehe, bin ich noch verwirrter. Und heute ist keine Ausnahme. Ich beschloss, einen Blick auf die Beziehung zwischen der Veränderung des Antriebs (abwärts gerichtete Strahlung) und der Veränderung der Temperatur zu werfen.

Daten zu den Antrieben sind schwer zu bekommen, aber die Computer Model Intercomparison Project 5 (CMIP5) Antriebe für das GISS-E2 Modell sind [hier](#) zu finden. Die Summe aller Antriebe ist in Abbildung 1 dargestellt, zusammen mit der CEEMD-Glättung der Daten:

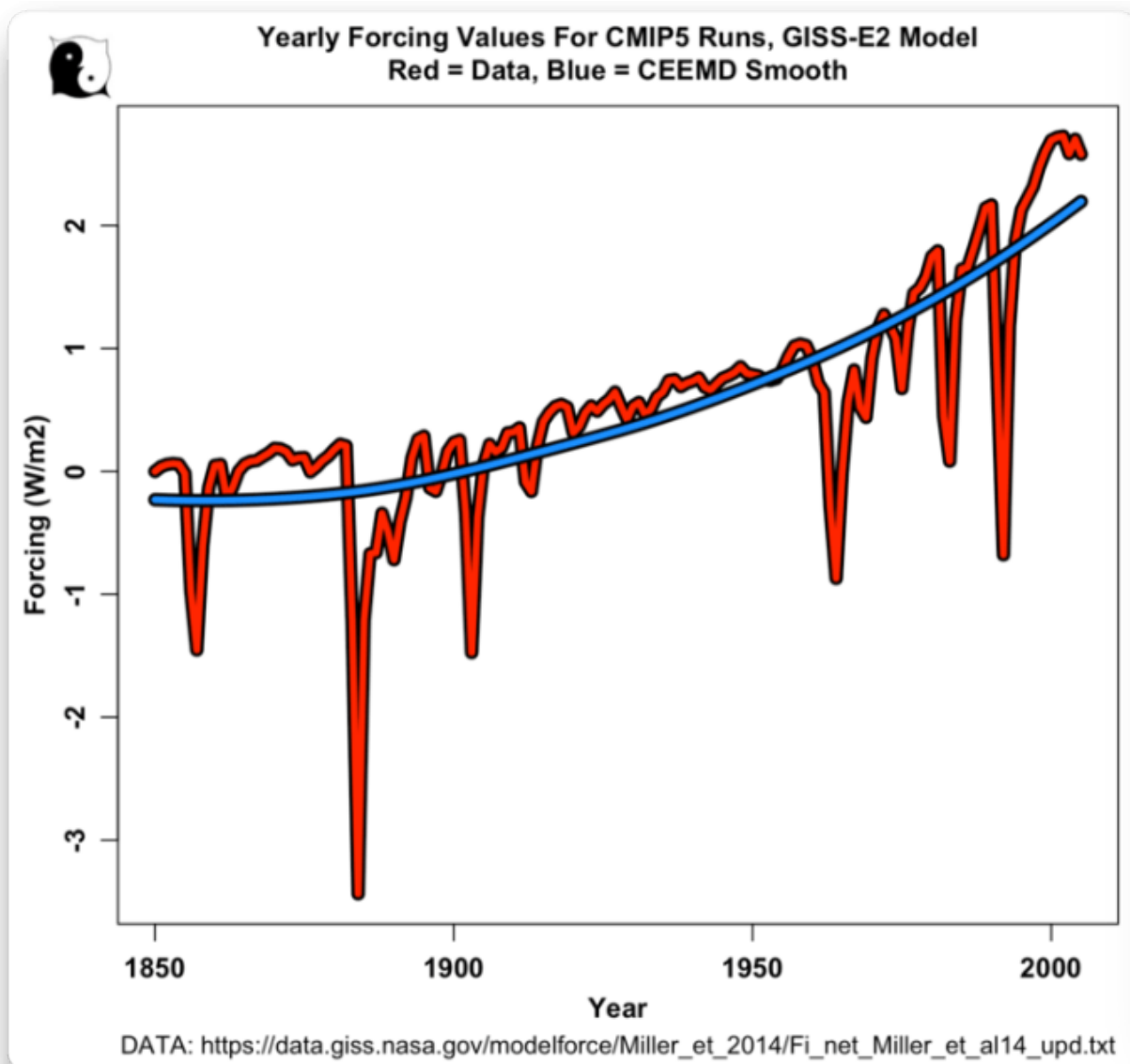


Abbildung 1. Antriebe, die in den CMIP5-Läufen des GISS E2-Modells verwendet wurden.

Die großen Einbrüche in den Forcings sind die theoretischen Änderungen des Antriebs aufgrund von Vulkanausbrüchen.

Als Nächstes sehen Sie die durchschnittliche Temperatur von sechs Durchläufen des GISS E2-Modells unter Verwendung dieser Antriebe, die auf der wunderbaren [KNMI-Website](https://climexp.knmi.nl/selectfield_cmip5.cgi) verfügbar sind:

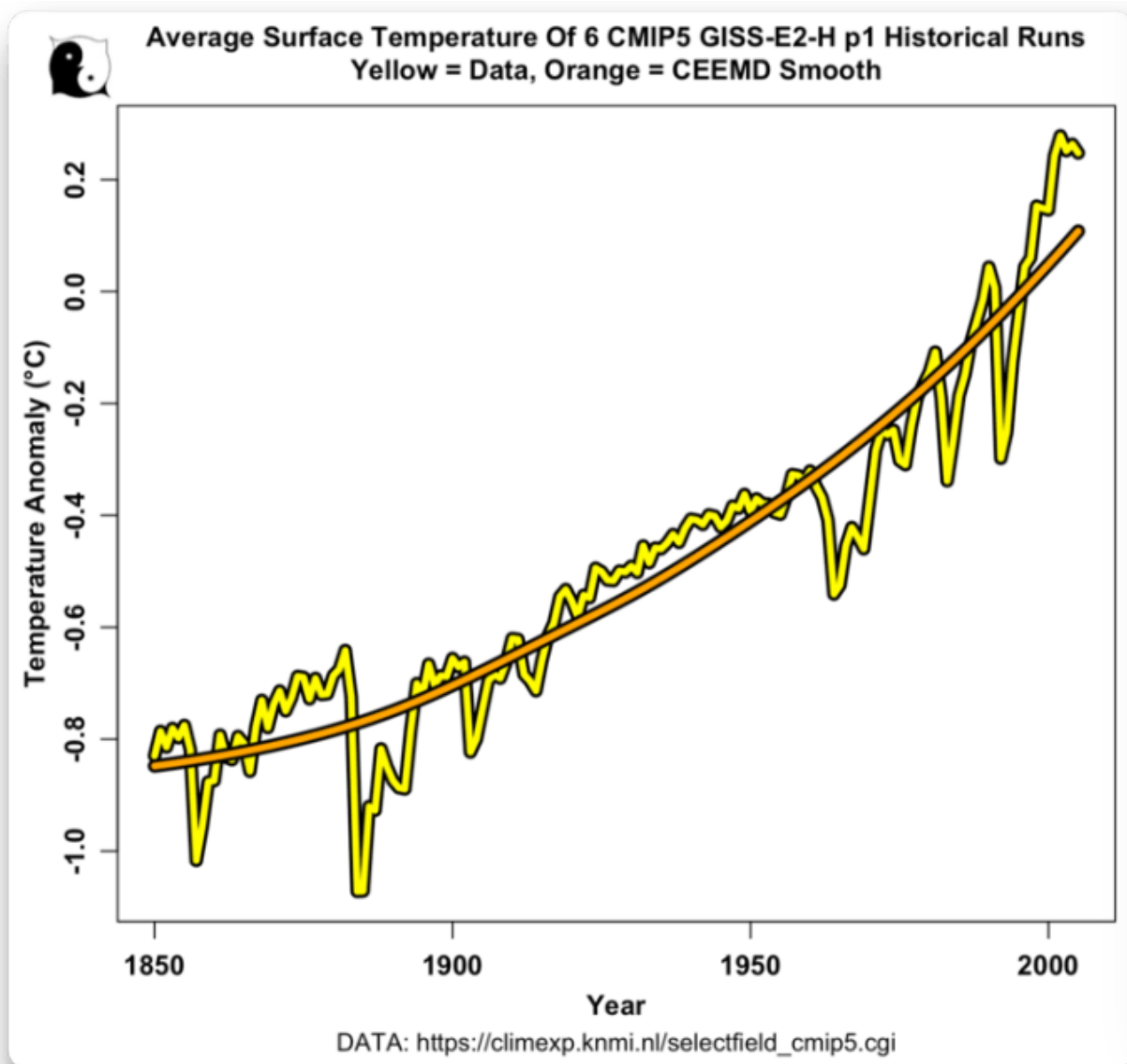


Abbildung 2. Durchschnitt der Temperatur („tas“) aus sechs CMIP5-GISS-Modellläufen.

Obwohl das Modell die globale Temperatur der Vergangenheit recht gut nachzeichnet, gibt es bereits Probleme. Die Schwierigkeit besteht darin, dass hier in der realen Welt die Vulkane keinen so großen Einfluss auf

die Temperatur hatten:

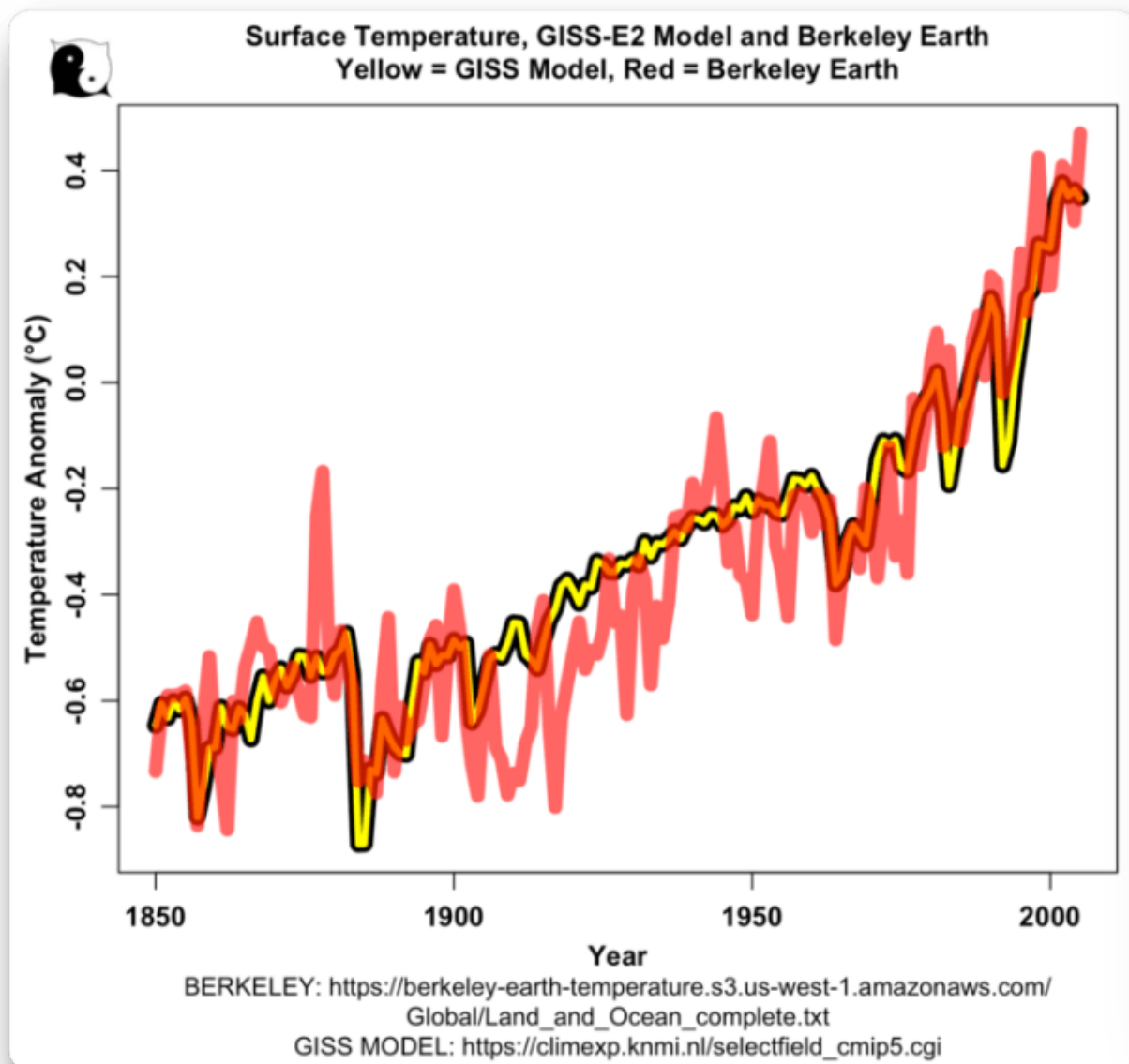


Abbildung 3. Durchschnittliche Temperatur von sechs CMIP5-GISS-Modellläufen im Vergleich zur Temperatur nach Berkeley.

Warum die Übertreibung der Vulkaneffekte? Ich sage, es liegt daran, dass die Eruptionen die Oberfläche abkühlen, worauf das Klima reagiert, indem sich das tägliche tropische Kumulusfeld später am Tag bildet und die tropischen Gewitter ebenfalls später oder gar nicht entstehen. Dies erwärmt die Oberfläche und wirkt den Auswirkungen der Eruptionen entgegen. Wie auch immer.

Aber all das ist nicht das, was ich ursprünglich untersuchen wollte. Ich wollte sehen, ob die in CMIP5 modellierten Temperaturen sklavisch den Antrieben folgen. Vor dreizehn Jahren habe ich gezeigt, dass die Temperaturergebnisse des CCSM3-Klimamodells mit einer einfachen

einzeiligen Formel sehr gut nachgebildet werden können, nämlich

$$T(n+1) = T(n) + \lambda \Delta F(n+1) * (1 - \exp(-1 / \tau)) + \Delta T(n) * \exp(-1 / \tau)$$

In dem verlinkten Beitrag wird beschrieben, was die Formel bedeutet.

Ich habe also diese Formel verwendet, um zu sehen, wie gut ich die Temperaturergebnisse nachbilden kann, wenn ich nur den Antrieb des Modells verwende. Hier ist das Ergebnis:

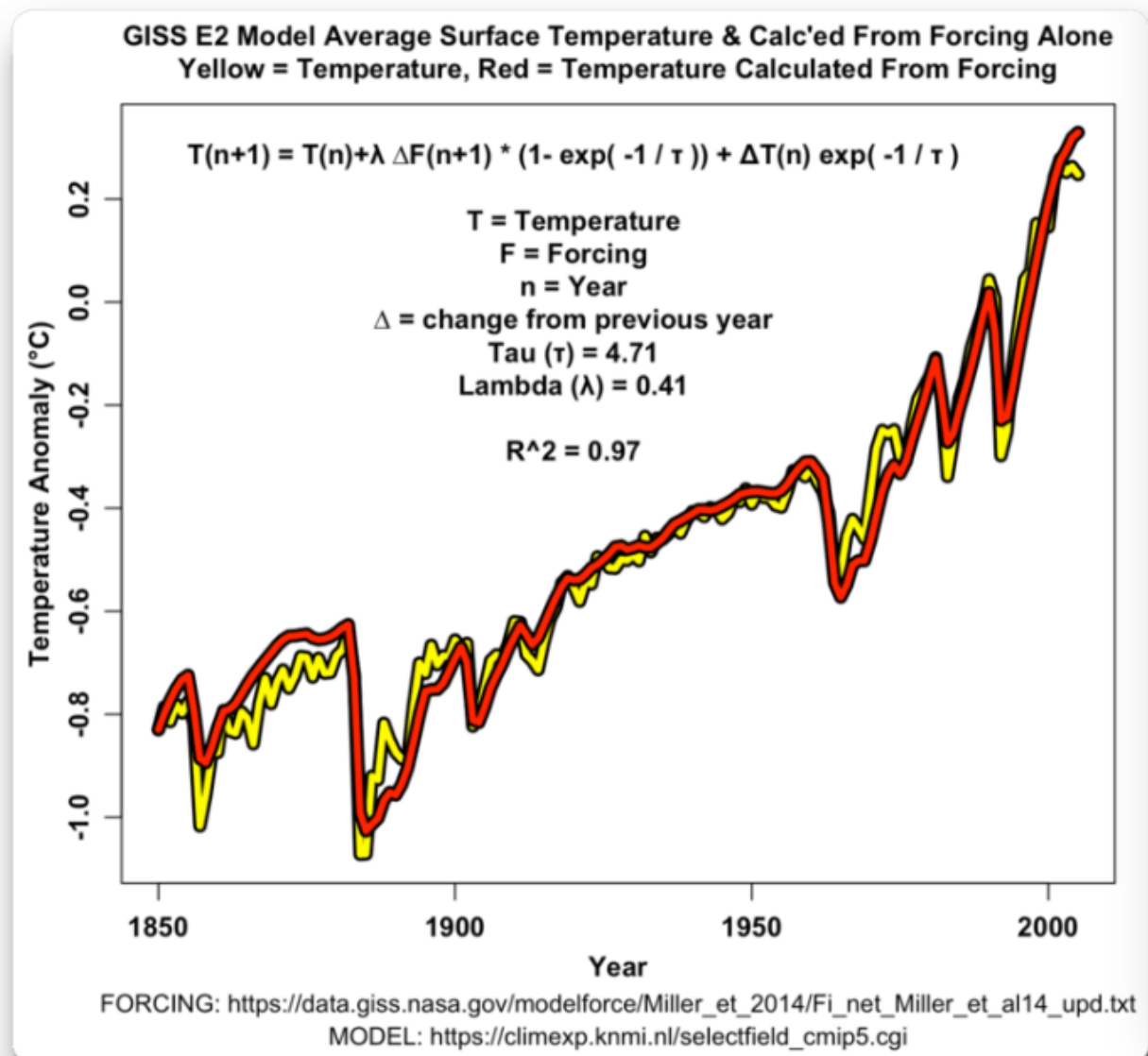


Abbildung 3a. „Black Box“-Emulation der Temperaturen des GISS-E2-Modells, berechnet allein aus dem Antrieb.

Die Situation ist also unverändert. Ein R²-Wert von 0,97 bedeutet, dass die Emulation eine hervorragende Arbeit leistet. Nebenbei bemerkt ist es interessant, dass die vulkanische Aktivität in den Modell-Durchschnittswerten etwas größer ist als in den Berechnungen auf der

Grundlage des Antriebs, genau wie bei den Modell-Durchschnittswerten im Vergleich zur realen Welt.

Auf jeden Fall, um das Angebot zu rekapitulieren: Das GISS-E2-Klimamodell hat mehr als 440.000 Codezeilen. Es hat über zwei Millionen Gitterzellen, die die Welt repräsentieren, und es dauert einen ganzen Tag, um nur einen Modelllauf auf einem Parallelrechner mit 88 Prozessoren durchzuführen.

Und nach all dem gibt es lediglich eine verzögerte und verkleinerte Version des eingegebenen Antriebs aus.

[Hervorhebung im Original]

In der zur Nachbildung der Modellleistung verwendeten Formel ist die Variable „Lambda“ (λ) die Temperaturänderung, die (in der Modellwelt) aus einer Erhöhung des Antriebs um 1 Watt pro Quadratmeter (W/m^2) resultiert. Dies ist ein Maß für die „transiente Klimareaktion“ (TCR), d. h. wie die Temperatur kurzfristig auf eine Änderung des Antriebs reagiert. Sie wird in der Regel als der Betrag der Veränderung bei einer Verdopplung des CO_2 ($2\times\text{CO}_2$) ausgedrückt.

Und die Verdopplung von CO_2 erhöht nach Angaben des IPCC den Antrieb um $3,7 \text{ W/m}^2$. Damit würde der TCR einen Wert von $0,41 \text{ }^\circ\text{C/Wm}^2 * 3,7 \text{ W/m}^2$ pro $2\times\text{CO}_2 = 1,5^\circ\text{C} / 2\times\text{CO}_2$ haben.

Nun wollte ich aus diesem TCR-Wert die Gleichgewichts-Klimasensitivität (ECS) berechnen. Aber als ich das recherchierte ... ich muss sagen, ich war schockiert. In einem [Artikel](#) mit dem langen Titel „Emergent constraints on transient climate response (TCR) and equilibrium climate sensitivity (ECS) from historical warming in CMIP5 and CMIP6 models“ wird die Problematik eingehend erörtert.

Was war schockierend? Nun, mehrere Dinge. Erstens verwendet dem Artikel zufolge jedes Modell einen anderen Wert für den Anstieg des Antriebs bei einer Verdopplung des CO_2 . Erinnern Sie sich, dass ich weiter oben darauf hingewiesen habe, dass der IPCC einen Anstieg des Antriebs um $3,7 \text{ W/m}^2$ bei einer Verdoppelung des CO_2 ($2\times\text{CO}_2$) angibt? Hier ist, was die Modelle sagen:

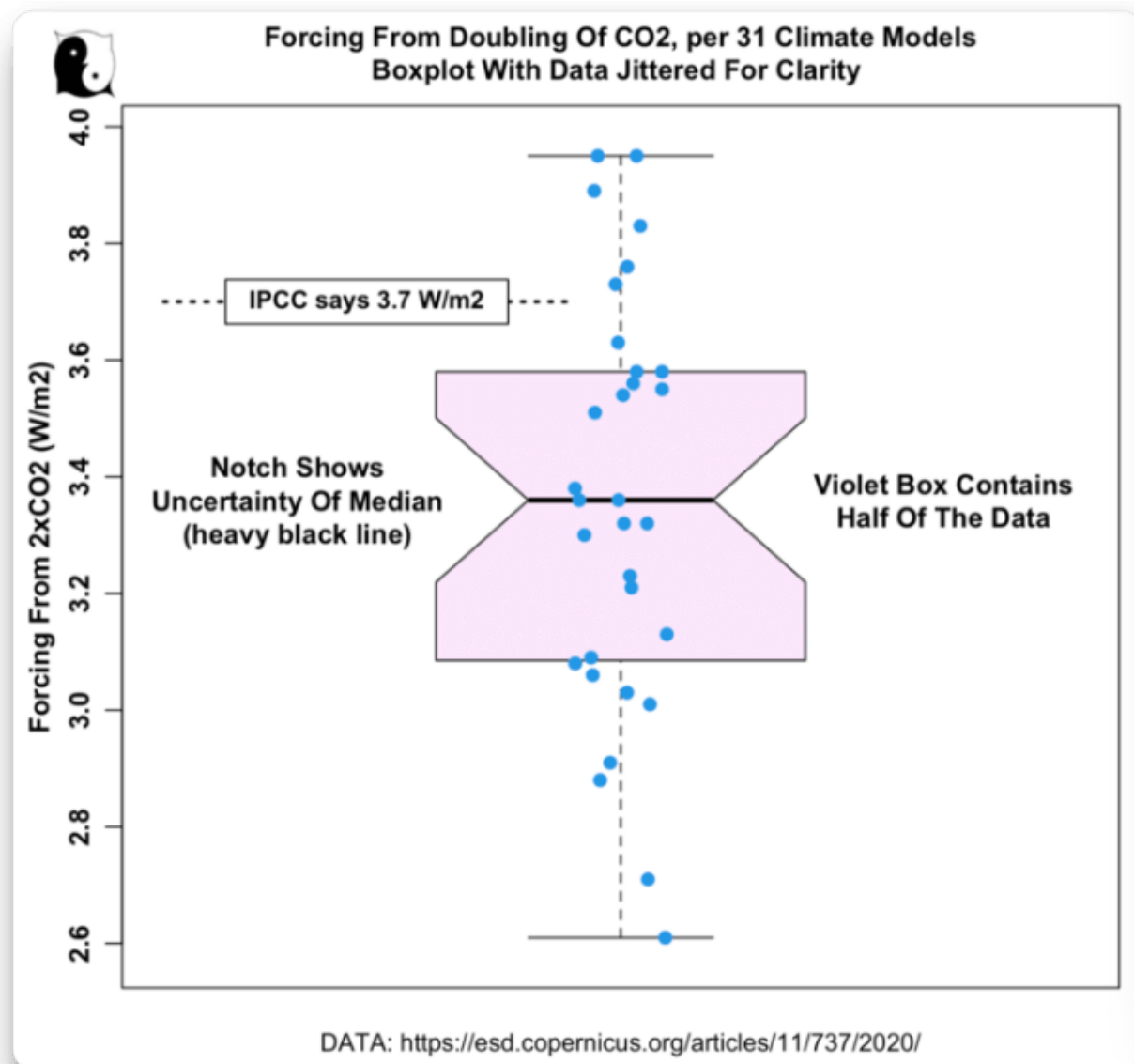


Abbildung 4. Veränderung des Antriebs durch eine CO₂-Verdoppelung, wie sie von 31 verschiedenen Klimamodellen verwendet wird.

Die Modelle sind völlig durcheinander, mit Werten für den 2xCO₂-Antrieb zwischen 2,6 und fast 4 W/m². Und die Spanne der Unsicherheit beim Medianwert (Breite der Kerbe in den Seiten des Kästchens) schließt nicht einmal den kanonischen IPCC-Wert von 3,7 W/m² ein ... wie diese Witzbolde die Nerven haben, die Klimawissenschaft als „settled“ zu bezeichnen, ist ein Rätsel. Wir sind uns nicht nur nicht einig über die Werte der ECS und der TCR, sondern wir sind uns nicht einmal darüber einig, wie stark sich der Antrieb ändert, wenn sich das CO₂ verdoppelt! Wer hätte das gedacht? Ich erinnere mich, dass Steve McIntyre um eine ingenieurmäßige Herleitung des Wertes von 3,7 W/m² für 2xCO₂ gebeten hatte, aber ich hatte keine Ahnung, dass die Modelle bei diesem zentralen Wert so weit auseinander lagen.

Dann gab es eine weitere Überraschung. Es stellte sich heraus, dass der

ECS kein festes Vielfaches des TCR ist. Stattdessen ist der ECS für kleine Werte des TCR ein kleineres Vielfaches des TCR als für große Werte des TCR. Abbildung 5 zeigt diese Beziehung:

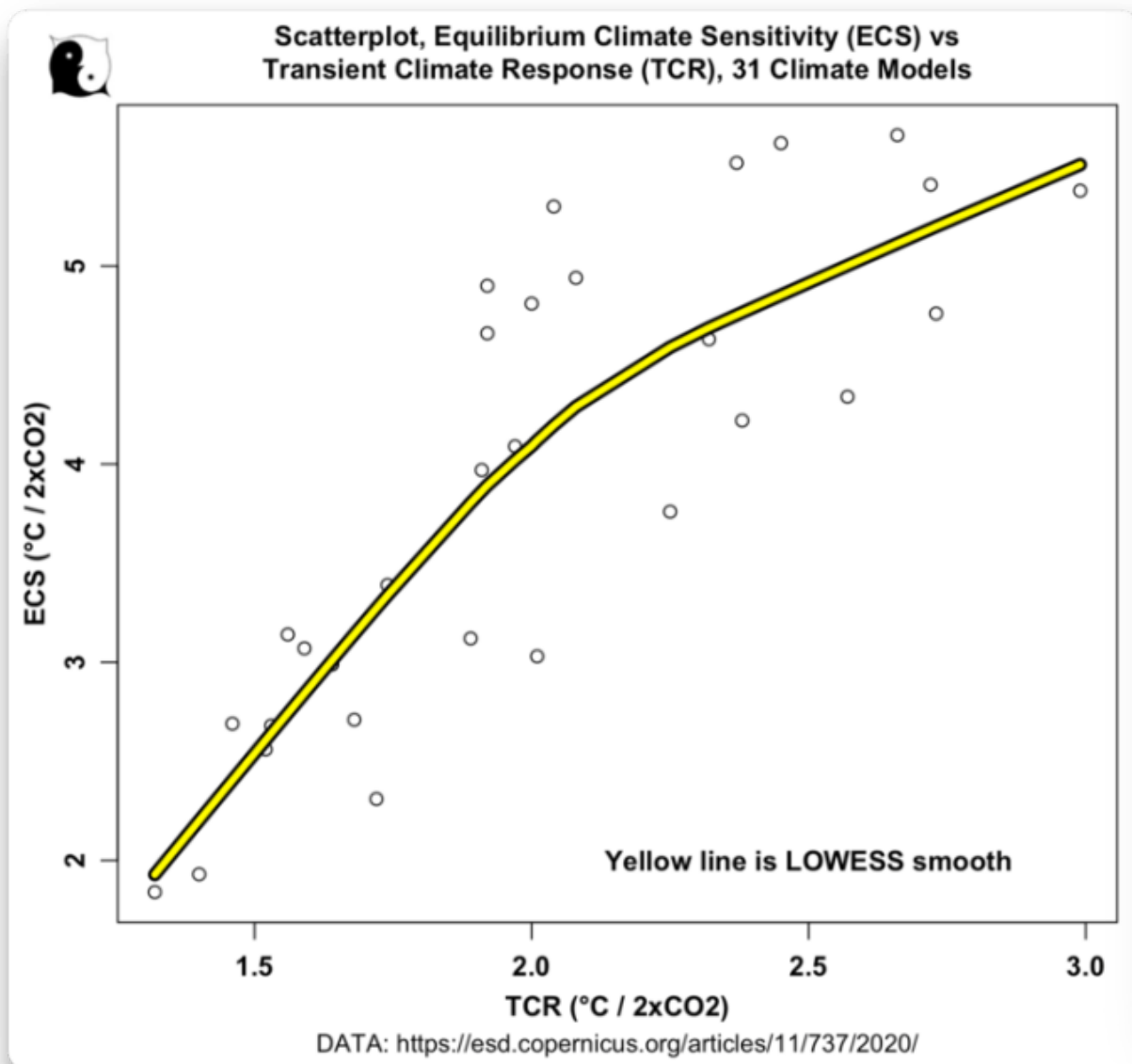


Abbildung 5. Streudiagramm, ECS-Werte gegenüber TCR-Werten für 31 verschiedene Klimamodelle.

Diese Beziehung würde bedeuten, dass das GISS E2-Modell eine ECS in der Größenordnung von 2°C / 2xCO₂ hätte ... aber natürlich nur, wenn der 2xCO₂-Antrieb 3,7 W/m² beträgt, während wir in Wirklichkeit Werte von 2,6 bis fast 4 W/m² haben.

Um das Problem noch zu verschlimmern, geben die verschiedenen Modelle sehr unterschiedliche Werte für die Gleichgewichts-Klimasensitivität (ECS) an. Sie reichen von 1,8°C bis 5,7°C für eine Verdoppelung des CO₂, also mehr als drei zu eins.

Hier ist die letzte Unmöglichkeit. Obwohl die verschiedenen Modelle sehr unterschiedliche Empfindlichkeiten des Gleichgewichtsklimas, unterschiedliche vorübergehende Reaktionen des Klimas und unterschiedliche Veränderungen des Antriebs durch die Verdopplung des CO₂ aufweisen, sind sie alle ziemlich gut darin, die tatsächlichen Temperaturwerte zu prognostizieren.

Wären die Modelle tatsächlich „physikbasiert“, wie jeder Modellierer behauptet, wäre dies nicht möglich. Ich nenne dies „Dr. Kiehl's Paradox“, da er es als erster festgestellt hat, und ich diskutiere dieses unmögliche Ergebnis [hier](#).

Sehen Sie, der **ECS** ist eine zentrale, lebenswichtige Zahl in der Mainstream-Klimawissenschaft. Die **Veränderung des Antriebs durch die Verdopplung des CO₂** ist eine weitere zentrale, äußerst wichtige Zahl darin. Sie untersuchen das Thema seit einem halben Jahrhundert, und **beide Zahlen weisen immer noch einen enormen Unsicherheitsbereich auf**.

Und was noch schlimmer ist: Die Unsicherheit des ECS hat sich mit zunehmenden Untersuchungen vergrößert, nicht verkleinert ...

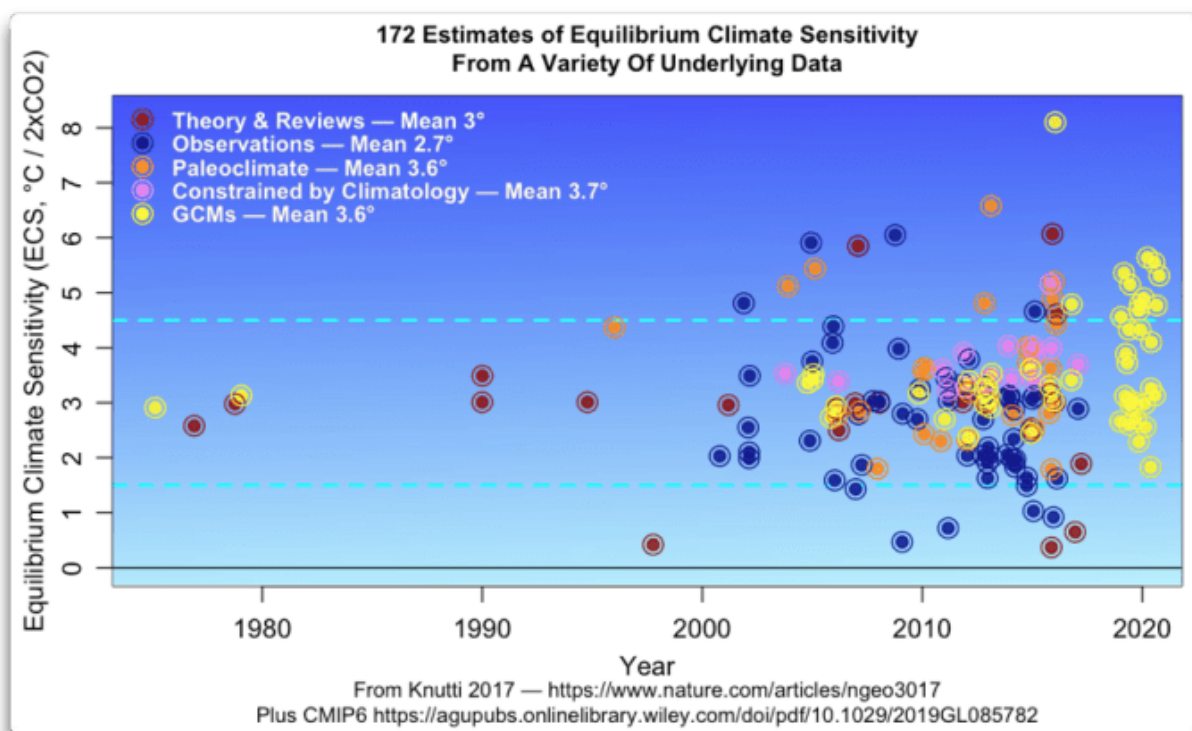


Abbildung 6. ECS-Schätzungen im Laufe der Zeit aus 172 verschiedenen Quellen.

In jeder anderen Wissenschaft würde ein halbes Jahrhundert, das mit der Untersuchung einer solchen zentralen Zahl verbracht wird, zu einer

Verringerung der Unsicherheit führen ... aber in der Klimawissenschaft geht es in die andere Richtung.

Für mich **ist dies ein Beweis dafür, dass das grundlegende Paradigma der Klimawissenschaft falsch ist**. Dieses Grundparadigma ist die Behauptung, dass die Temperaturänderung eine lineare Funktion der Änderung des Antriebs ist. Ich glaube nicht, dass das wahr ist. Ich halte das für vereinfachenden Unsinn. Ich glaube, dass das Klima aktiv auf sich ändernde Bedingungen reagiert und dass es eine Vielzahl von **Klimaphänomenen** gibt, die sich jeder Erwärmung entgegenstellen, egal aus welcher Quelle, einschließlich Änderungen des Antriebs.

Das ist jedenfalls die Geschichte meines letzten Streifzugs durch die Modelle ... Am Ende wusste ich weniger als zu Beginn.

Link: <https://wattsupwiththat.com/2024/05/13/modeling-the-mysteries/>

Übersetzt von Christian Freuer für das EIKE