

Klimamodellverzerrung 2: Treibhausgase modellieren

geschrieben von Chris Frey | 5. März 2024

[Andy May](#)

Seit dem späten 19. Jahrhundert, mit der Arbeit von Svante Arrhenius, werden Klimamodelle verwendet, um das Ausmaß der globalen Erwärmung aufgrund menschlicher Treibhausgasemissionen abzuschätzen. [1] Aufgrund der Komplexität von Wetter und Klima auf der Erde kann der Zusammenhang zwischen Klimawandel/ globaler Erwärmung und Treibhausgasen nicht beobachtet oder gemessen, sondern nur mit einem Modell geschätzt werden. Arrhenius konstruierte das erste derartige Modell und spekulierte, dass sich die Temperatur linear mit dem Logarithmus der CO₂-Konzentration verändert. Konkret schätzte er, dass bei einer Verdoppelung des CO₂-Gehalts in der Atmosphäre die Oberflächentemperatur um 4 °C steigen sollte. [2]

In [Teil 1](#) dieser Serie [in deutscher Übersetzung [hier](#)] habe ich eine Definition eines wissenschaftlichen Modells vorgeschlagen und die Arten von Modellen beschrieben, die vom IPCC in seinen verschiedenen Berichten verwendet werden. Wir haben gesehen, dass, wie George Box bekanntlich sagte, „alle Modelle falsch sind“ [3] und dass alle Modelle einen Punkt erreichen, an dem sie nicht mehr verbessert werden können, einen Punkt, an dem (in Umschreibung) Versuche, sie zu verfeinern oder genauer zu machen, einer Selbstgeißelung gleichkommen. Wir haben auch gesehen, dass es viele Beispiele dafür gibt, dass die CMIP-Modelle der sechsten Generation das Klima nicht genau vorhersagen. Wenn man es nach sechs Versuchen nicht hinbekommt, könnte man in den Bereich der Selbstgeißelung vorstoßen. Schließlich werden in Teil 1 die häufigsten Arten von Verzerrungen in den CMIP-Klimamodellen und in den IPCC-Berichten aufgeführt.

Arrhenius' Schätzung der Klimasensitivität bei einer CO₂-Verdoppelung von 4°C fällt in den vom IPCC AR6 geschätzten wahrscheinlichen Bereich dieses Wertes, der als „ECS“ oder Gleichgewichts-Klimasensitivität abgekürzt wird. Die AR6-Schätzung liegt zwischen 2,5 und 4°C/2xCO₂. [4] Dem IPCC zufolge ist Arrhenius' Schätzung von vor über 100 Jahren also möglicherweise immer noch gültig. Arrhenius kommt zu dem Schluss, dass die Veränderungen durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe eine gute Sache sind, und schreibt:

„Durch den Einfluss des zunehmenden Prozentsatzes von Kohlensäure [CO₂] in der Atmosphäre können wir hoffen, Zeitalter mit gleichmäßigerem und besserem Klima zu erleben, besonders in den kälteren Regionen der Erde, Zeitalter, in denen die Erde viel reichhaltigere Ernten als jetzt hervorbringen wird, zum Nutzen der sich schnell fortpflanzenden

Menschheit“ [5] – Arrhenius 1908, Seite 63.

Arrhenius' Modell beruhte auf Labormessungen der „Wärmedurchlässigkeit“ [6] von CO₂ und Wasserdampf. Als Quellen für zusätzliches CO₂ nennt er Vulkane oder den Verbrauch fossiler Brennstoffe durch den Menschen, während die wichtigsten CO₂-Senken der Ozean, die Verwitterung von Gestein durch Kohlendioxid und wachsende Pflanzen sind [7]. Pflanzen sind zahlreicher und robuster, wenn die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre hoch ist, und weniger, wenn sie niedriger ist. Er stellt fest, dass alle CO₂-Senken mit zunehmender CO₂-Konzentration an Stärke gewinnen.

Arrhenius' Schlussfolgerungen wurden größtenteils akzeptiert, als sich die Welt von 1908 bis 1945 erwärmte, aber als sich die Welt von 1945 bis 1976 abkühlte trotz fortgesetzten Anstiegs von CO₂ geriet die Hypothese in Verruf. Das Muster der oft als primäre Messgröße für den „Klimawandel“ verwendeten Veränderung der globalen durchschnittlichen Temperatur ist in Abbildung 1 anhand des [HadCRUT4-Datensatzes](#) für die globale Temperaturanomalie dargestellt. [8] Seine Ansichten gewannen nach 1976 wieder an Bedeutung, als die Welt sich wieder zu erwärmen begann. Die instrumentelle Temperaturaufzeichnung zeigt, dass die CO₂-Konzentration zwar einen gewissen Einfluss auf das Klima haben kann, wie die Klimamodelle von Arrhenius und IPCC zu zeigen versuchen, dass es aber nicht die ganze Geschichte sein kann. Es ist aufschlussreich, dass sowohl Arrhenius als auch der IPCC in ihren Modellen davon ausgehen, dass die Sonnenvariabilität bei der jüngsten Erwärmung und Abkühlung keine Rolle spielt. Beide gehen davon aus, dass Vulkane eine Rolle spielen. Arrhenius glaubte, dass Vulkane mehr CO₂ in die Luft blasen und eine Erwärmung verursachen [9], und das IPCC geht davon aus, dass vulkanische Aerosolemissionen mehr Sonnenlicht reflektieren und einen kühlenden Einfluss haben [10].

Im AR6 fließen aktuelle Beobachtungen von CO₂ und Temperatur, paläoklimatische CO₂- und Temperaturproxies aus der geologischen Aufzeichnung sowie modellierte Einschränkungen der Klimasensitivität in ein subjektives statistisches Modell ein, um eine wahrscheinliche ECS-Spanne von 2,5 bis 4°C/2xCO₂ zu berechnen [11]. Dies ist eine Änderung gegenüber früheren Berichten, in denen allgemeine Zirkulationsklimamodelle zur Berechnung der ECS verwendet wurden. Sie schreiben im AR6:

„... trotz jahrzehntelanger Modellentwicklung, höherer Modellauflösung und Fortschritten bei der Parametrisierung gab es keine systematische Konvergenz bei den Modellschätzungen der ECS. Tatsächlich ist die Gesamtstreuung zwischen den Modellen bei ECS für CMIP6 größer als für CMIP5; ...“ [12] – AR6, WGI, Seite 1008.

Bei der Lektüre dieses Zitats aus AR6 müssen wir uns an die Warnungen von Box vor „Über-Ausarbeitung und Über-Parametrisierung“ erinnern. Besorgniserregend ist auch, dass selbst nach über 30 Jahren Verfeinerung

der IPCC/CMIP-Modelle die Streuung der Modellergebnisse nicht konvergiert, sondern zunimmt. Dies ist ein Zeichen dafür, dass die Modellprämissen [13] und/oder das Design fehlerhaft sind. Es ist auch ein Hinweis darauf, dass das konzeptionelle IPCC-Modell, wonach der Klimawandel durch menschliche Aktivitäten gesteuert wird, [14] das Ende seiner Lebensdauer erreicht hat.

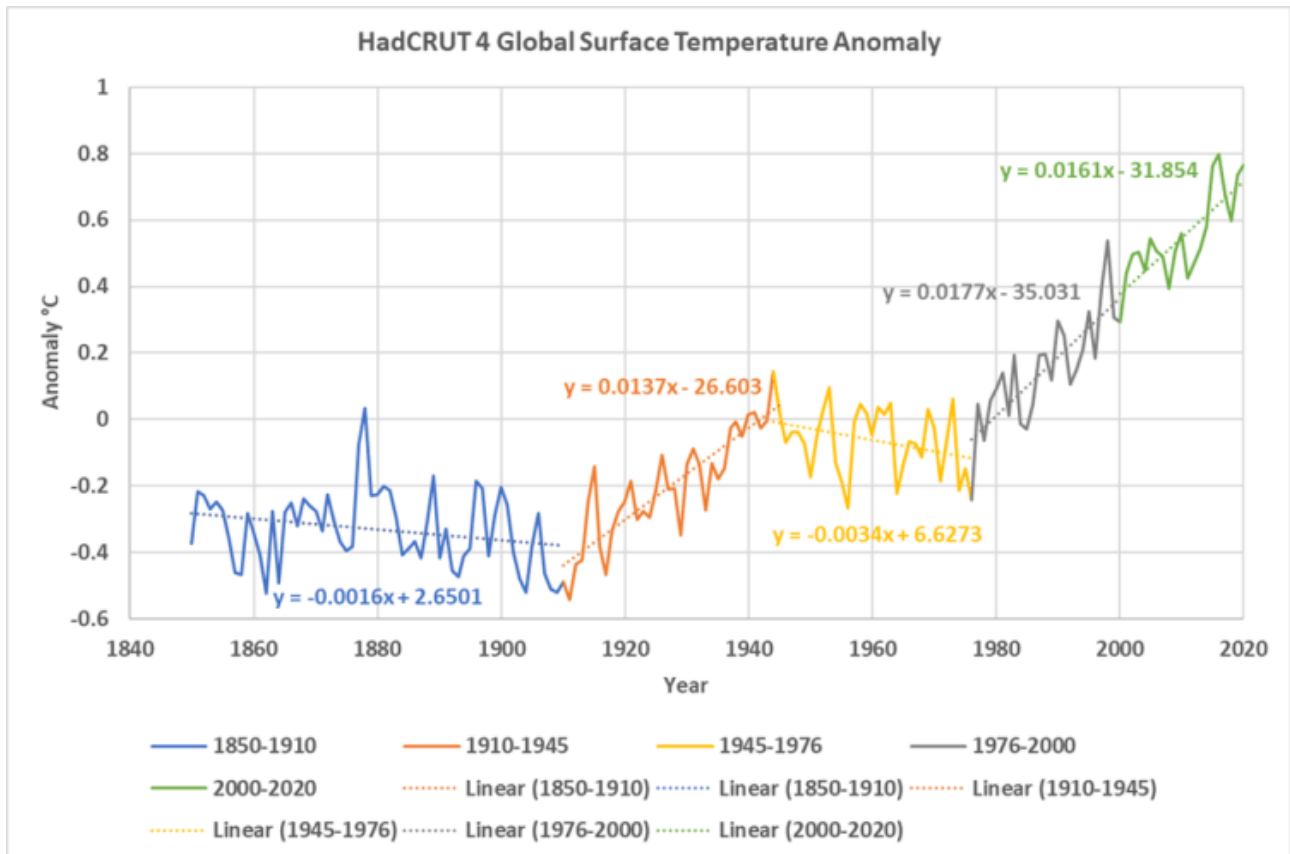


Abbildung 1. Die durchschnittliche globale Temperaturanomalie nach HadCRUT4 von 1850 bis 2020. Quelle: (Morice, Kennedy, Rayner, & Jones, 2012) und die HadCRUT4-Website.

Die wahrscheinliche Untergrenze von $2,5^{\circ}\text{C}/2\times\text{CO}_2$ wurde gegenüber der Untergrenze des AR5 von $1,5^{\circ}\text{C}/2\times\text{CO}_2$ angehoben. [15] Ihr subjektives statistisches Modell ist jedoch fehlerhaft und in Bezug auf die Konfidenzintervalle der einzelnen Eingangsvariablen inkonsistent. Als Nic Lewis die Arbeit des IPCC unter Verwendung eines objektiven statistischen Modells und mit verbesserten und neueren Daten überarbeitete, kam er zu einem ECS-Bereich von $1,75\text{-}2,7^{\circ}\text{C}/2\times\text{CO}_2$ (5-95%) [16]. Wie der IPCC geht auch Lewis davon aus, dass der Anstieg des CO_2 fast die gesamte Erwärmung seit dem 19. Jahrhundert verursacht hat. Wenn diese Annahme falsch ist und es eine natürliche Erwärmung aufgrund des modernen Sonnenmaximums gab [17], dann sind selbst die von Lewis berechneten ECS-Werte zu hoch und Maximalwerte [in deutscher Übersetzung hier], keine wahrscheinlichen Werte [18]. Es gibt zahlreiche Belege [in deutscher Übersetzung hier] für einen ECS von weniger als $2^{\circ}\text{C}/2\times\text{CO}_2$

[19], was Lewis' Ansicht unterstützt, dass der subjektiv modellierte ECS des AR6 zu hoch angesetzt ist.

AR6 erwähnt zwar, dass es auf Beobachtungen basierende Studien gibt, die zu Schätzungen von ECS unter $2^{\circ}\text{C}/2\times\text{CO}_2$ führen, weist diese aber zurück, weil sie glauben, dass die Rückkopplung zu steigendem CO_2 und Erwärmung mit der Erwärmung zunimmt [20]. Dieses Konzept der Klima-Rückkopplung, die sich mit der Erwärmung der Welt ändert, um die Erwärmungsrate zu erhöhen, ist ein perfektes Beispiel für Box' „Über-Ausarbeitung“. Da die auf Beobachtungen basierenden Schätzungen davon ausgehen, dass die Netto-Rückkopplung über den untersuchten Zeitraum (in der Regel 1870 bis 2020) konstant bleibt, seien die Schätzungen falsch, schreiben sie. Alle Autoren der Clintel AR6-Bewertung bestreiten, dass sich die CO_2 -Rückkopplung zwischen 1870 und 2020 signifikant verändert hat [21].

Wenn ein favorisiertes Modell wie das IPCC-Modell, wonach CO_2 der „Steuerknüppel“ [22] für das Klima ist, an sein Ende gelangt, greift man üblicherweise nach jeder erdenklichen Möglichkeit, um es vor dem Aussterben zu bewahren (Über-Ausarbeitung). Die Vorstellung, dass sich die CO_2 -verursachte Erwärmung in geologisch kurzen Zeiträumen von 150 Jahren radikal ändert, ist jedoch ein sehr verzweifelter Versuch.

Labormessungen zeigen, dass infrarot-aktive Gase wie CO_2 , Wasserdampf und einige Kohlenwasserstoffgase selektiv einen Teil der von der Erdoberfläche ausgesandten Infrarotstrahlung absorbieren [23]. Wenn sie dies tun, werden die Gasmoleküle angeregt und schwingen für Zeiträume von einigen Millisekunden bis zu einigen Zehntelsekunden schneller, und in diesem angeregten Zustand stoßen sie häufiger mit den Gasmolekülen in ihrer Umgebung zusammen, wodurch diese erwärmt werden [24]. Anschließend geben sie den Rest der absorbierten Strahlung ab. In der dichteren und feuchteren Atmosphäre nahe der Erdoberfläche hat dies eine erwärmende Wirkung, da fast die gesamte emittierte Oberflächenstrahlung in den Wärmeenergiepool der Umgebung einfließt [25]. Je höher in der Atmosphäre die Oberflächenstrahlung absorbiert wird, desto weniger Energie wird in der unmittelbaren Umgebung zurückgehalten, und desto mehr Energie wird von den Treibhausgasen als Strahlung abgegeben, von der ein Teil in den Weltraum gelangt und dem Klimasystem der Erde entgeht. Die Höhe, in der mehr Strahlung in den Weltraum als in die umgebende Luft oder zurück an die Oberfläche gelangt, wird traditionell als „oberster Punkt der Atmosphäre“ oder TOA bezeichnet.

Zusammenfassung

In diesem Teil haben wir das „konzeptionelle Modell“ oder die Hypothese des IPCC untersucht, wonach die heutige Erwärmung auf den Einfluss des Menschen durch unsere Landnutzung und die Emission von Treibhausgasen zurückzuführen ist [26] sowie die mehr als 100-jährige Geschichte dieses Konzepts. Während die Zugabe von Treibhausgasen in die Atmosphäre wahrscheinlich eine gewisse Erwärmung verursacht, gibt es zahlreiche Studien, die darauf hindeuten, dass ein Teil der Erwärmung natürlich ist

und nichts mit menschlichen Aktivitäten zu tun hat. Der Anteil der auf menschliche Aktivitäten zurückzuführenden Erwärmung ist nicht bekannt, aber wie wir in diesem Beitrag gesehen haben, ist es sehr unwahrscheinlich, dass er entweder null oder 100 % beträgt, er liegt irgendwo in der Mitte und könnte gering sein.

Die modernen allgemeinen Klimamodelle (im AR6 als „Erdsystemmodelle“ oder „ESM“ bezeichnet) basieren alle auf der Vorstellung, dass die Erwärmung der letzten 150-170 Jahre größtenteils oder vollständig auf menschliche Aktivitäten zurückzuführen ist und nur minimale Auswirkungen von Vulkanismus oder Veränderungen der Sonnenaktivität zu verzeichnen sind. Die Modelle stimmen jedoch in zahlreichen kritischen Bereichen nicht mit den Beobachtungen überein [27], und in einigen Fällen sind die CMIP6-Modelle schlechter als die CMIP5-Modelle der vorherigen Generation. Da diese Unstimmigkeiten über sechs Iterationen der Modelle hinweg fortbestehen, ist es vernünftig anzunehmen, dass der Fehler in den Annahmen, also in der Hypothese selbst liegt. Mit anderen Worten, es ist wahrscheinlich, dass das konzeptionelle Modell verworfen und ein neues Modell mit anderen Annahmen erstellt werden sollte.

Im nächsten Teil werden wir die IPCC/CMIP-Annahme untersuchen, dass die Veränderungen der Sonnenaktivität in den letzten 170 Jahren zu gering waren, um das Klima der Erde zu beeinflussen. In Teil 4 werden wir die Annahme untersuchen, dass Veränderungen in der atmosphärischen und ozeanischen Zirkulation im Laufe der Zeit keinen Nettounterschied im Klima bewirken, da all diese Veränderungen angeblich die gesamte im Klimasystem gespeicherte thermische Energie (Wärme) nicht verändern, sondern sie nur verschieben.

Download the bibliography [here](#).

Im Original folgt noch eine lange Liste von Fußnoten, die hier nicht mit übernommen worden ist. Der in den Nummern der Fußnoten hinterlegte Link führt direkt hin.

Link:

<https://andymaypetrophysicist.com/2024/03/01/climate-model-bias-2-modeling-greenhouse-gases/>

Übersetzt von Christian Freuer für das EIKE