

# Zum Verständnis der Rolle der Sonne beim Klimawandel

geschrieben von Chris Frey | 16. Juli 2023

**Nicola Scafetta**

Obwohl die Sonne fast die gesamte für die Erwärmung des Planeten benötigte Energie liefert, wird ihr Beitrag zum Klimawandel nach wie vor weitgehend in Frage gestellt. In vielen empirischen Studien wird behauptet, dass sie einen erheblichen Einfluss auf das Klima hat, während andere (oft auf der Grundlage globaler Klimasimulationen am Computer) behaupten, dass sie nur einen geringen Einfluss hat.

Der IPCC unterstützt die letztgenannte Ansicht und schätzt, dass fast 100 % der beobachteten Erwärmung der Erdoberfläche von 1850-1900 bis 2020 durch vom Menschen verursachte Emissionen verursacht wurde (AR6 WG1, Seiten 63, 425 und 962). Dies ist als Theorie der anthropogenen globalen Erwärmung (AGW) bekannt.

Mit diesem wichtigen Paradoxon habe ich mich in einer neuen, in Geoscience Frontiers veröffentlichten [Studie](#) befasst. Das Rätsel scheint sich aus zwei Gruppen von Unsicherheiten zu ergeben: (i) die historischen Jahrzehnte und langfristigen Schwankungen der Sonnenaktivität sind nicht bekannt; (ii) die Sonne kann das Klima der Erde durch verschiedene physikalische Prozesse beeinflussen, von denen viele nicht vollständig verstanden werden und nicht in die globalen Klimamodelle (GCMs) einbezogen sind.

Es ist wichtig zu wissen, dass die AGW ausschließlich auf globalen Klima-Modellsimulationen basiert, die Aufzeichnungen der Gesamt-Sonneneinstrahlung (TSI) mit sehr geringen multidekadischen und langfristigen Schwankungen verwenden. Die Modelle gehen auch davon aus, dass die Sonne das Klimasystem nur durch Strahlungsantrieb beeinflusst, obwohl es Beweise dafür gibt, dass andere solare Prozesse, die mit der magnetischen Aktivität der Sonne zusammenhängen (Sonnenwind, kosmische Strahlung, interplanetarer Staub usw.), das Klima ebenfalls beeinflussen.

## **Die Aufzeichnungen der Gesamt-Sonneneinstrahlung (TSI)**

Dekadische und längerfristige Veränderungen der historischen Sonnenaktivität sind unbekannt, da die Gesamt-Sonneneinstrahlung (TSI), welche die Erde erreicht, nur von Satelliten genau gemessen werden kann und diese Aufzeichnungen erst seit 1978 verfügbar sind. Diese Daten sind jedoch nach wie vor umstritten, da sich je nach Kombination und Verarbeitung der von verschiedenen Versuchsteams gelieferten Daten unterschiedliche Trends ergeben.

Veränderungen der Sonnenaktivität über längere Zeiträume werden mit Hilfe einer Reihe von Proxies (z. B. Sonnenfleckenaufzeichnungen, Fakulae-Aufzeichnungen, kosmogene  $^{14}\text{C}$ - und  $^{10}\text{Be}$ -Aufzeichnungen usw.) modelliert. Proxy-Modelle sind per Definition unsicher, und das Ergebnis ist, dass die wissenschaftliche Literatur eine Vielzahl von TSI-Rekonstruktionen geliefert hat, die sich sowohl in ihren säkularen Trends als auch in ihrer multidekadischen Variabilität stark voneinander unterscheiden.

Ich habe mehrere TSI-Proxy-Modelle kombiniert und ihre effektiven solaren Strahlungsantriebsfunktionen bewertet, die für Klimastudien verwendet werden können. In Abbildung 1 werden sie miteinander und mit den effektiven modellierten Vulkan- und anthropogenen Strahlungsantrieben verglichen. Die in Abb. 1B dargestellten effektiven solaren Strahlungsantriebsfunktionen unterscheiden sich in mehrfacher Hinsicht.

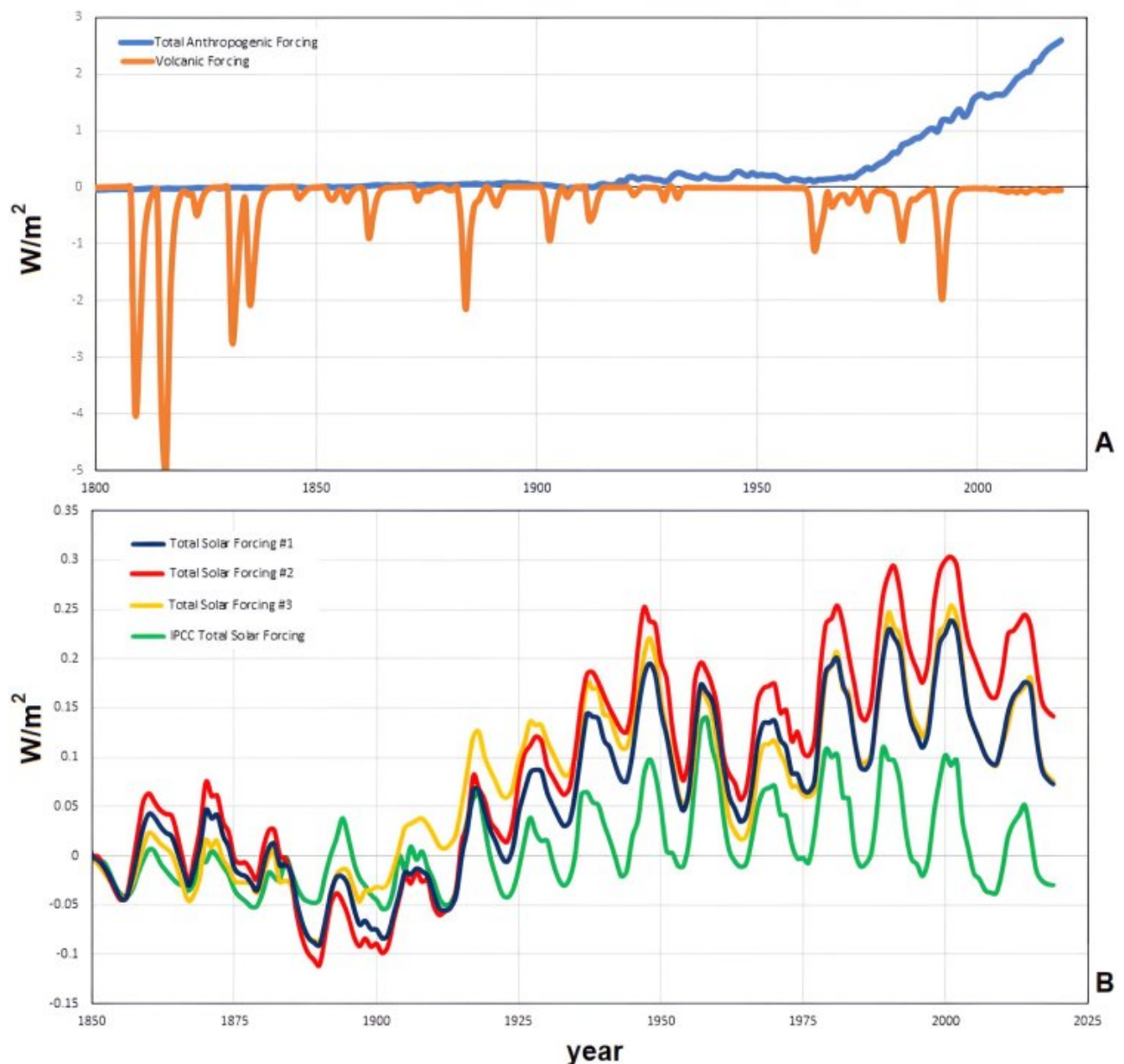


Abbildung 1: (A) ist eine Darstellung des modellierten anthropogenen (blau, im Wesentlichen CO<sub>2</sub> und andere Treibhausgase) und vulkanischen Strahlungsantriebs (orange), der durch Aerosole aus Eruptionen verursacht wird. (B) vergleicht den effektiven solaren Strahlungsantrieb aus vier TSI-Aufzeichnungen. Die grüne Kurve ist die von CMIP6 (aus dem IPCC AR6-Bericht) bevorzugte solare Rekonstruktion, die anderen drei sind alternative TSI-Rekonstruktionen. Für Details siehe (Scafetta, 2023).

Die derzeit in den CMIP6-GCM-Simulationen verwendete solare Antriebsfunktion (grün) ist seit etwa 200 Jahren nahezu konstant geblieben und hat darüber hinaus von 1970 bis 2020 schrittweise abgenommen. Daher konnten die CMIP6-GCMs unter Verwendung dieses TSI-Datensatzes nur zu dem Schluss kommen, dass die Sonne die seit der vorindustriellen Periode (1850-1900) beobachtete Erwärmung und insbesondere die von 1980 bis 2020 beobachtete nicht erklären kann.

Im Gegenteil, die anderen drei TSI-Aufzeichnungen (rot, gelb und schwarz) zeigen eine multidekadische Oszillation sowie einen klaren, zunehmenden säkularen Trend, der eng mit den in den Aufzeichnungen der Gesamttemperaturen beobachteten Veränderungen korreliert ist.

## **Modellierung des Einflusses der gesamten Sonnenaktivität (TSA) auf das Klima**

Der Gesamteffekt der Sonnenaktivität auf das Klima kann nicht nur anhand der TSI-Antriebsfunktionen bewertet werden, da beispielsweise behauptet wird, dass alternative, mit der Sonnenaktivität zusammenhängende Prozesse die Wolkenbedeckung direkt beeinflussen. Da die Physik solcher Prozesse jedoch nur unzureichend verstanden ist, können sie in den derzeitigen GCMs nicht berücksichtigt werden. Sollte sich jedoch herausstellen, dass ihr Einfluss groß ist, werden die derzeitigen GCMs für die Modellierung des Klimawandels ungeeignet sein.

Ich habe dieses Problem angegangen, indem ich davon ausging, dass die gegebenen TSI-Aufzeichnungen Stellvertreter für die gesamte Sonnenaktivität (TSA) sind, und ich habe eine empirische Methode zur Bewertung des TSA-Effekts angewandt, indem ich seinen optimalen Klima-Fingerabdruck zusammen mit den von den anthropogenen und vulkanischen, von den CMIP6-GCMs übernommenen Strahlungsantriebsfunktionen erzeugten Fingerabdrücken bewertet habe.

Das Modell reproduziert die Ergebnisse der CMIP6-GCMs, wenn ihre ursprünglichen Antriebsfunktionen unter ähnlichen physikalischen Bedingungen angewendet werden. In diesem Fall betrug die Gleichgewichts-Klimasensitivität (ECS) 1,4°C-2,8°C, was mit der CMIP6-GCM-Gruppe mit niedriger ECS kompatibel ist. Das bedeutet, dass etwa zwei Drittel der aktuellen GCMs (deren ECS zwischen 1,8°C und 5,7°C schwankt) die anthropogene Erwärmung überbewerten, wie andere aktuelle [Studien](#)

bestätigt haben [in deutscher Übersetzung [hier](#)]. AR6 und AR5 räumen ein, dass die CMIP5- und CMIP6-Modelle die tropische Lufttemperatur und die Temperaturen der Ozeane überbewerten (AR6, Seite 443).

Wenn jedoch die vorgeschlagenen solaren Aufzeichnungen als TSA-Proxies verwendet werden und die klimatische Empfindlichkeit gegenüber diesen Aufzeichnungen sich von der klimatischen Empfindlichkeit gegenüber Strahlungsantrieben unterscheiden darf, wird ein viel größerer solarer Einfluss auf den Klimawandel festgestellt, zusammen mit einem deutlich geringeren Strahlungseffekt. In diesem Fall liegt der ECS bei  $0,9^{\circ}\text{C}$ - $1,8^{\circ}\text{C}$ , mit einem Mittelwert von etwa  $1,3^{\circ}\text{C}$ . Dies bedeutet, dass die vom Menschen verursachte Erwärmung stark überschätzt wird.

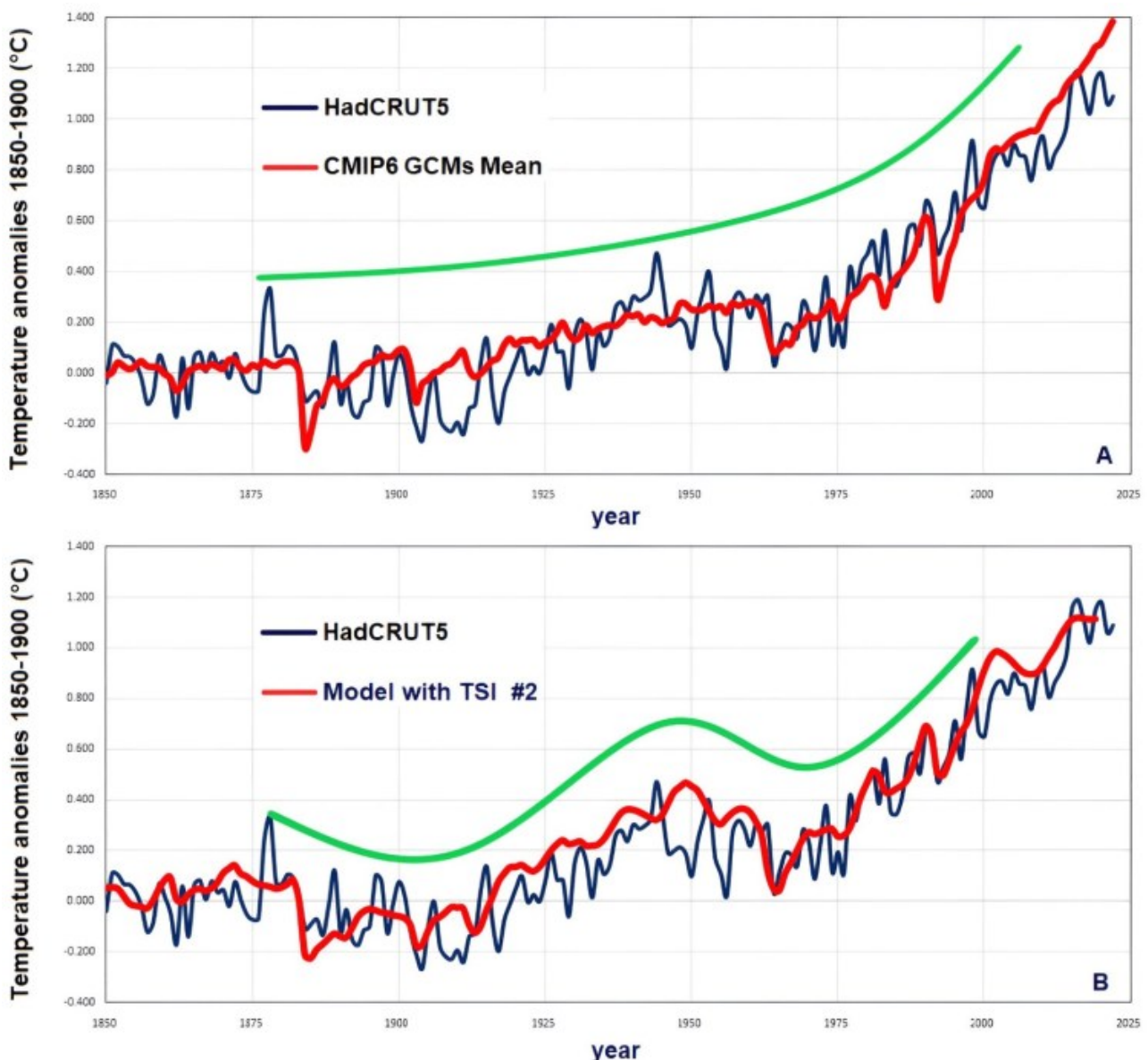


Abbildung 2. Ein Vergleich von HadCRUT5 mit dem Mittelwert des CMIP6-Klimamodells (A) und mit dem TSA-Modell, das eine natürliche Klimaschwingung einbezieht.

Abb. 2 vergleicht den HadCRUT5-Datensatz der globalen Temperatur mit (A) dem Mittelwert des CMIP6-GCM-Ensembles und (B) dem Energiebilanzmodell unter Verwendung eines vorgeschlagenen TSA-Modells, das nicht den TSI-Datensatz der GCMs mit geringer säkularer Variabilität verwendet. Die in Abb. 2A dargestellte GCM-Simulation erwärmt sich monoton (grüne Linie). Im Gegensatz dazu zeigt das in Abb. 2B dargestellte Modell ein oszillierendes Muster, das sich um einen Erwärmungstrend herum entwickelt und die klimatischen Aufzeichnungen viel genauer wiedergibt.

Dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass etwa 80 % des solaren Einflusses auf das Klima nicht allein durch den TSI-Antrieb, sondern vielmehr durch andere Sonne-Klima-Prozesse (z. B. durch eine solare magnetische Modulation der kosmischen Strahlung und anderer Teilchenflüsse und/oder andere) verursacht werden. Diese alternativen Prozesse müssen gründlich untersucht und physikalisch verstanden werden, bevor vertrauenswürdige GCMs erstellt werden können, die den Klimawandel – ob anthropogen oder natürlich – korrekt interpretieren und zuverlässige Prognosen für den zukünftigen Klimawandel erstellen.

*Prof. Dr. Nicola Scafetta works in the Department of Earth Sciences, Environment and Georesources, University of Naples Federico II, Naples, Italy.*

*This post originally appeared, in slightly different form, on [Phys.Org](#).*

## Referenzen

IPCC. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, . . . B. Zhou (Ed.)., *WG1*. Retrieved from <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

Scafetta, N. (2023). Empirical assessment of the role of the Sun in climate change using balanced multi-proxy solar records. *Geoscience Frontiers*, 14(6), 101650. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2023.101650>

Link:

<https://andymaypetrophysicist.com/2023/07/06/understanding-the-role-of-the-sun-in-climate-change/>

Übersetzt von [Christian Freuer](#) für das EIKE