

# Zum Verständnis der Sonne im Klimawandel

geschrieben von Admin | 25. September 2023

*Von 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 Zwischenstaatliche Ausschuss für Klimaänderungen (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. Dies ist als die Theorie der anthropogenen globalen Erwärmung (AGWT) bekannt.

In einer neuen Studie, die in *Geoscience Frontiers* veröffentlicht wurde, habe ich mich mit diesem wichtigen Paradoxon befasst. Das Rätsel scheint sich aus zwei Gruppen von Unsicherheiten zu ergeben: (i) die historischen Jahrzehnte und langfristigen Schwankungen der Sonnenaktivität sind unbekannt; (ii) die Sonne kann das Klima der Erde durch verschiedene physikalische Mechanismen beeinflussen, von denen viele nicht vollständig verstanden werden und in den GCMs nicht existieren.

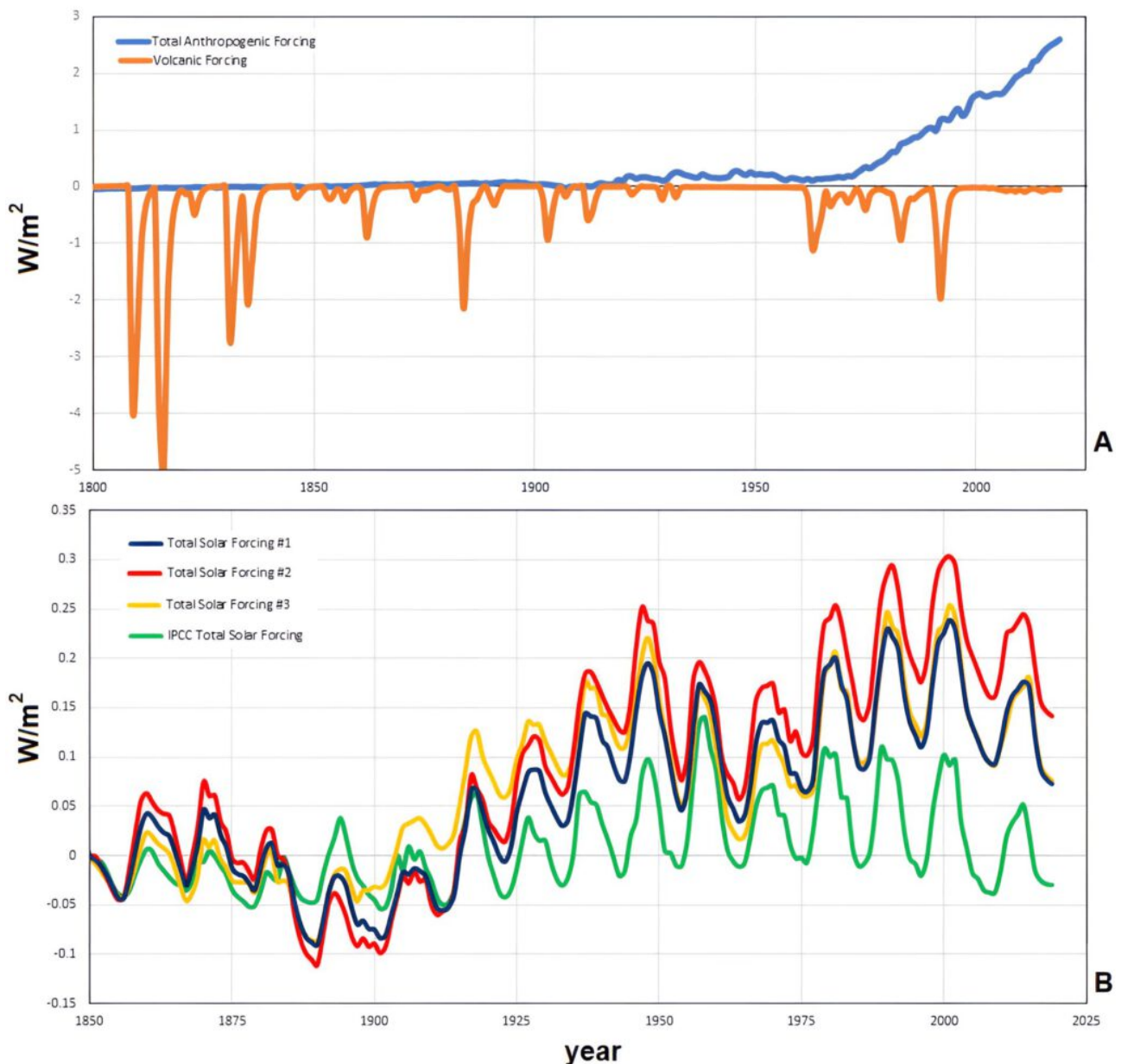


Abbildung 1: (A) Anthropogene (blau) und vulkanische (orange) effektive Strahlungsantriebsfunktionen, die von den CMIP6-GCMs angenommen werden. (B) Mögliche solare effektive Strahlungsantriebsfunktionen. Quelle: *Geoscience Frontiers* (2023). DOI: 10.1016/j.gsf.2023.101650

Es ist wichtig zu wissen, dass die AGWT ausschließlich auf Computersimulationen globaler Klimamodelle (GCMs) basiert, die Aufzeichnungen der Gesamtsonneneinstrahlung (TSI) mit sehr geringen multidekadischen und langfristigen Schwankungen verwenden. Dasselbe Modell geht auch davon aus, dass die Sonne das Klimasystem nur durch Strahlungsantriebe wie die TSI beeinflusst, obwohl es Hinweise darauf gibt, dass auch andere solare Prozesse, die mit der magnetischen Aktivität der Sonne zusammenhängen (Sonnenwind, kosmische Strahlung, interplanetarer Staub usw.), das Klima beeinflussen.

### Die Aufzeichnungen der Gesamtsonneneinstrahlung (TSI)

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

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

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

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. Unter Verwendung dieses TSI-Datensatzes konnten die CMIP6-GCMs daher nur zu dem Schluss kommen, dass die Sonne fast keinen Teil der seit der vorindustriellen Periode (1850-1900) beobachteten Erwärmung erklären kann, insbesondere nicht die von 1980 bis 2020 beobachtete.

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

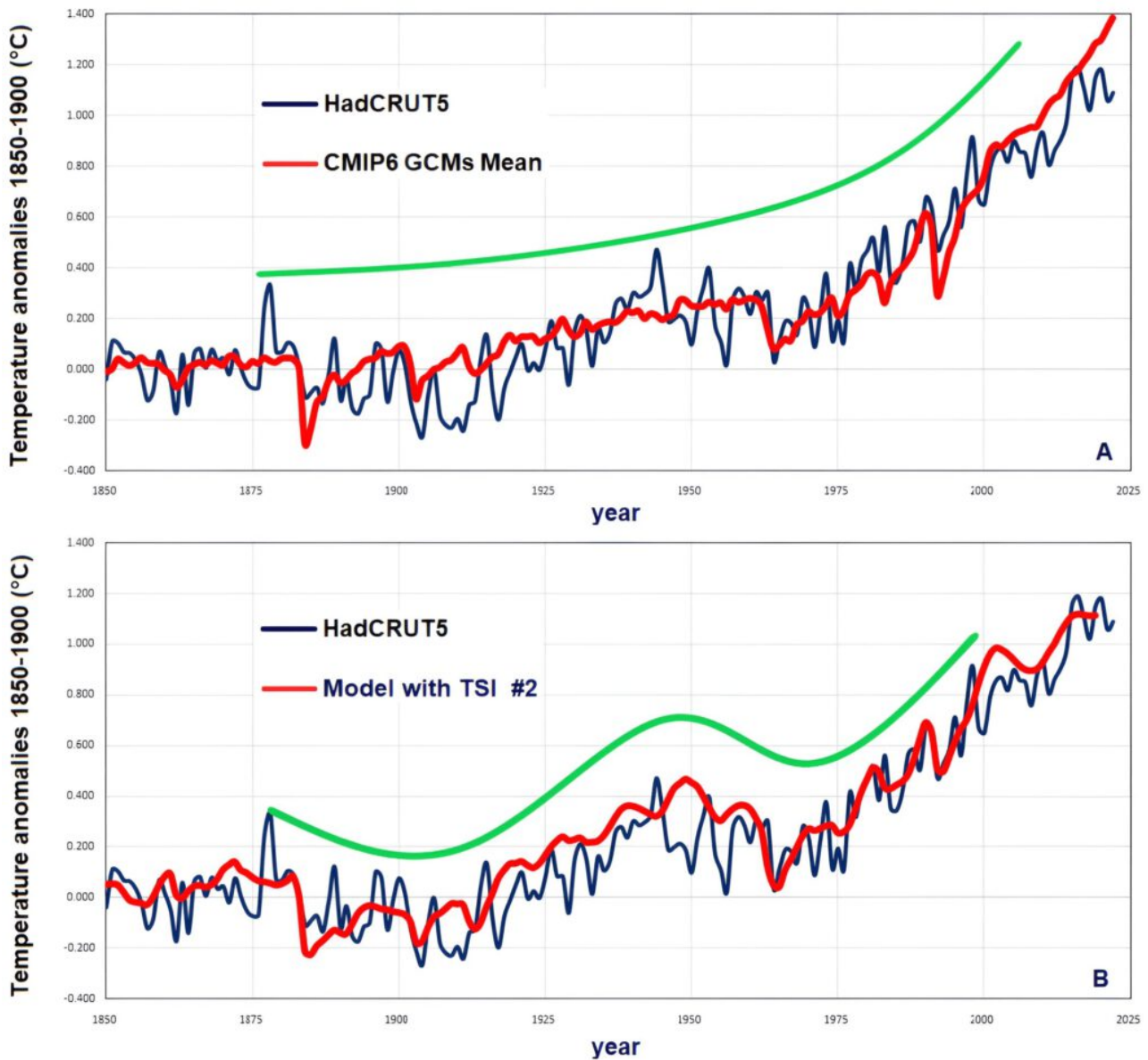


Abbildung 2: (A) HadCRUT5 globale Oberflächentemperatur im Vergleich zum CMIP6-GCM-Ensemble-Durchschnitt. (B) HadCRUT5-Oberflächentemperatur im Vergleich zur vorgeschlagenen empirischen Modellierung des Klimas unter Verwendung des alternativen Sonnenmodells. Quelle: Geoscience Frontiers (2023). DOI: 10.1016/j.gsf.2023.101650

### Modellierung der Auswirkungen der Änderung der Gesamtsonnenaktivität (TSA) auf das Klima

Die Wirkung der Gesamtsonne auf das Klima kann nicht nur anhand der TSI-Antriebsfunktionen bewertet werden, da beispielsweise behauptet wird, dass alternative sonnenbezogene Mechanismen die Wolkenbedeckung direkt beeinflussen. Da die Physik solcher Mechanismen jedoch noch nicht ausreichend verstanden ist, können sie in den derzeitigen GCMs nicht berücksichtigt werden. Sollte sich jedoch zeigen, 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 Strahlungsantriebsfunktionen, die von den CMIP6-GCMs übernommen wurden, 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)  $1,4^{\circ}\text{C}$ - $2,8^{\circ}\text{C}$ , was mit der CMIP6-GCM-Gruppe mit niedriger ECS kompatibel ist. Das bedeutet, dass etwa zwei Drittel der aktuellen GCMs (deren ECS zwischen  $1,8^{\circ}\text{C}$  und  $5,7^{\circ}\text{C}$  schwankt) die anthropogene Erwärmung überbewerten, wie andere aktuelle Studien bestätigt haben.

Werden jedoch die vorgeschlagenen solaren Aufzeichnungen als TSA-Proxies verwendet und wird zugelassen, dass sich die klimatische Empfindlichkeit gegenüber diesen Aufzeichnungen von der klimatischen Empfindlichkeit gegenüber Strahlungsantrieben unterscheidet, 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.

Abb. 2 vergleicht den HadCRUT5-Datensatz der globalen Oberflächentemperatur mit (A) dem CMIP6-GCM-Ensemblemittelwert und (B) dem Energiebilanzmodell unter Verwendung eines vorgeschlagenen TSA-Modells, das den TSI-Datensatz der GCMs mit geringer säkularer Variabilität nicht verwendet. Die in Abb. 2A dargestellte GCM-Simulation erwärmt sich monoton (grüne Skizze). 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 könnten. Diese alternativen Mechanismen müssen gründlich untersucht und physikalisch verstanden werden, bevor vertrauenswürdige GCMs erstellt werden können, die den Klimawandel korrekt interpretieren und zuverlässige Prognosen für die Zukunft erstellen.

Dieser Beitrag ist Teil des Science X Dialogs, in dem Forscher über die Ergebnisse ihrer veröffentlichten Forschungsartikel berichten können. Besuchen Sie diese Seite, um Informationen über den ScienceX Dialog zu erhalten und zu erfahren, wie Sie daran teilnehmen können.

Paper: Nicola Scafetta, Empirical assessment of the role of the Sun in climate change using balanced multi-proxy solar records, *Geoscience Frontiers* (2023). DOI: 10.1016/j.gsf.2023.101650

Der Beitrag erscheine zuerst bei Klimanachrichten hier