

Sonne vs. CO₂ als Klimatreiber

geschrieben von Chris Frey | 9. März 2026

[Andy May](#)

Frank [Stefani](#) vom Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf, Institut für Strömungsforschung, hat eine sehr interessante neue Arbeit veröffentlicht, in der er den [Sonnenindex](#) „aa“ und die CO₂-Emissionen mit den globalen SST (Meerestemperaturen unter Verwendung des HadSST4.2-Datensatzes) vergleicht und eine CO₂-Empfindlichkeit (TCR oder „Transient Climate Response“) von 1,1 bis 1,4 K ermittelt. Dies liegt am unteren Ende des IPCC-TCR-Bereichs von 1,2 bis 2,4 K (IPCC, 2021, S. 93), aber recht nahe an den von Lewis und Curry sowie Nicola Scafetta berechneten Werten (Lewis & Curry, 2018), (Scafetta, 2023) und (Lewis, 2023). Scafetta ermittelte einen plausiblen Bereich für den TCR (im Vergleich zu HadSST4.2) von 1,0 K bis 1,2 K, und Lewis & Curry geben einen Bereich von 0,9 K bis 1,7 K für den TCR im Vergleich zu HadCRUT4 an. Die Schätzungen sind in Tabelle 1 verglichen.

TCR Estimates				
Author	Best Estimate	Range: Low end	Range: High end	Note
Stefani	1.26K	1.1	1.4	2026
Lewis & Curry	1.2K	0.9	1.7	2018
Scafetta	1.1K	1	1.2	2023
IPCC AR6	1.8K	1.2	2.4	p. 93

Tabelle 1. Schätzungen des TCR oder der vorübergehenden Klimareaktion auf eine Verdopplung des CO₂. Quellen: (Stefani, 2026), (Lewis & Curry, 2018), (Scafetta, 2023) und (IPCC, 2021, S. 93).

Alle Schätzungen in Tabelle 1 basieren auf Regressionsmodellen unterschiedlicher Komplexität und versuchen, den Einfluss der Sonnenvariabilität zu berücksichtigen. Die Schätzung von Lewis und Curry berücksichtigt zwar nicht direkt einen Proxy für die Sonnenaktivität,

verwendet jedoch die Atlantische Multidekadische Oszillation ([AMO](#)) als Indikator für natürliche Klimaschwankungen, die zum großen Teil auf Sonnenvariabilität zurückzuführen sind. Stefani verwendet den aa-Index der geomagnetischen Aktivität, der im Wesentlichen angibt, wie stark das Magnetfeld der Erde durch die Sonne gestört wird. Er wird in [Nanotesla](#) (nT) gemessen.

Nahezu jede beobachtbare Form der Sonnenvariabilität ist im Kern ein magnetisches Phänomen, darunter Sonnenflecken, Sonneneruptionen und die Variabilität des Sonnenwinds. Daher ist der [aa-Index](#) ein guter Indikator für Veränderungen des Zustands und der Leistung der Sonne. Der aa-Index als Maß für die Kopplung zwischen Sonne und Erdmagnetfeld wird seit 1868 kontinuierlich gemessen.

Tabelle 1 zeigt, dass Stefani's aa-Index + CO₂-Modell gut mit Lewis und Curry's [AMO](#) + CO₂-Modell und Scafetta's Solarproxies + CO₂-Modell vergleichbar ist. Scafetta verwendet in seiner Studie drei Schätzungen der gesamten Sonneneinstrahlung (TSI), obwohl er einräumt, dass Schwankungen der TSI nur etwa 20 % des gesamten Einflusses der Sonne auf das Klima der Erde ausmachen. Keines dieser auf Beobachtungen basierenden Modelle stützt die hohe TCR-Schätzung des IPCC von 2,4 K pro Verdopplung des CO₂-Gehalts oder deren beste Schätzung von 1,8 K, sondern alle liegen nahe am unteren Ende des IPCC-Bereichs. Die Korrektur von Lewis (2023) zur Bewertung von ECS und TCR durch Sherwood (2020), auf die sich AR6 stützt, ist in der Tabelle nicht enthalten. Nachdem Lewis jedoch Sherwoods subjektive Bayes'sche Bewertung mehrerer Schätzungen des TCR in eine objektive Bayes'sche Bewertung umgewandelt hatte, berechnete er einen TCR von 1,37 bis 1,4, je nach den getroffenen Annahmen. Dies liegt immer noch nahe an den anderen beobachtungsbasierten objektiven Schätzungen in Tabelle 1.

Stefani stellte fest, dass der Sonnen-aa-Index allein HadSST4.2 bis 1990-2000 erfolgreich vorhersagen kann. Nach 1990 bis 2000 nimmt die Rolle von CO₂ in der Regression deutlich zu. In Abbildung 1 ist Stefani's robuster aa-Index-Gewichtungsfaktor von 0,04 K/nT (das ist die HadSST4.2-Anomalietemperatur in °C pro aa-Index in Nanotesla) plus CO₂ mit einer Empfindlichkeit von 1,26 K pro Verdopplung als dünne dunkelgraue Linie dargestellt. Er wird mit der HadSST4.2-Anomalie (dargestellt als schwarze Punkte) verglichen. Sein prognostizierter aa-Index plus CO₂ bei 1,26 K pro Verdopplung bis 2100 ist als rote Linie dargestellt. Die maximale Abweichung in den Jahren 2023 und 2024 sieht erschreckend aus, aber wir dürfen nicht vergessen, dass dies auf zwei starke El Niños (2018-19 & 2023-24) und den Vulkanausbruch von Hunga Tonga folgt. Insbesondere der El Niño von Juni 2023 bis Mai 2024 war einer der stärksten El Niños seit Beginn der Aufzeichnungen. Die globale Anomalie [HadSST4.2](#) ist seit September 2024 rückläufig. Daher könnte ein Teil der Differenz zwischen dem aa-Index plus CO₂-Funktion und HadSST4.2 lediglich auf ENSO, den Vulkanausbruch von Hunga Tonga und das Wetter zurückzuführen sein.

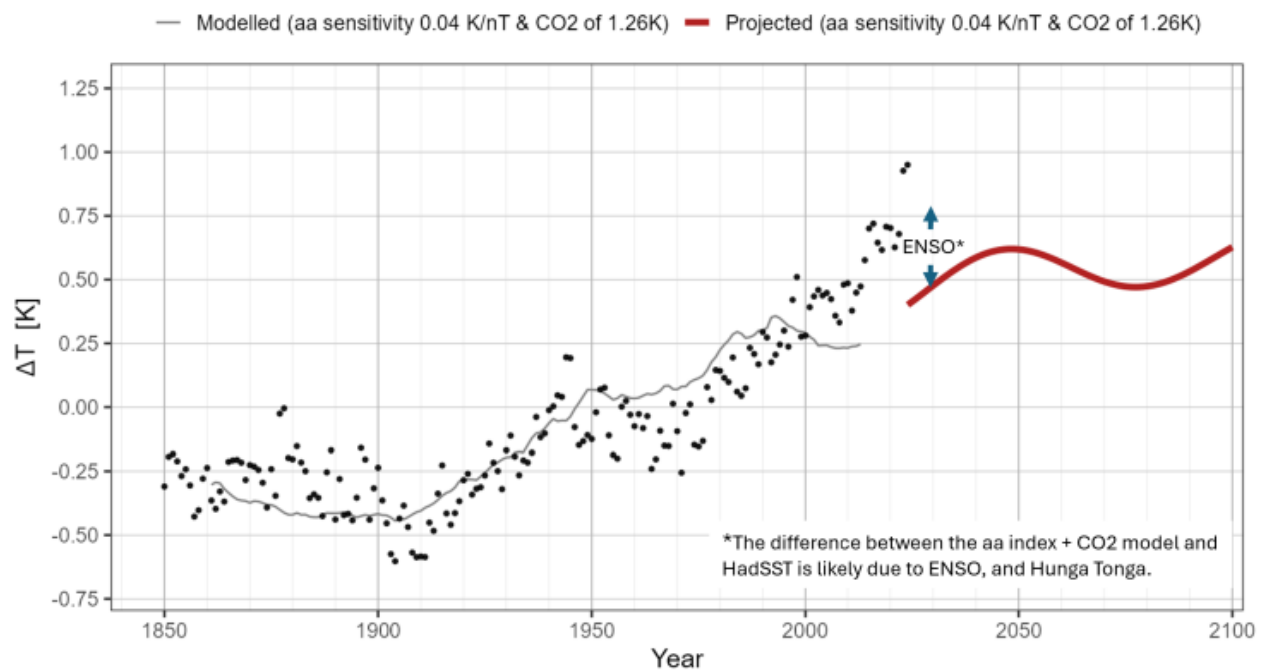


Abbildung 1. Eine Darstellung von Stefanis Regression des aa-Index' auf HadSST4.2 als dunkelgraue Linie, HadSST4.2-Daten sind als schwarze Punkte dargestellt, und die aa-Index-Prognose für 2100 ist als rote Linie dargestellt. Datenquelle: (Stefani, 2026).

Stefani geht in seiner optimalen Modellprognose für 2100 von konstanten Emissionen von 30–50 Gt CO₂ pro Jahr (etwa dem aktuellen Niveau) sowie einem einfachen linearen Kohlenstoffsenkenmodell aus und prognostiziert einen globalen Anstieg der Meerestemperatur um 0,6 °C gegenüber dem Standard-Referenzzeitraum 1961–1990 von HadSST4.2. Unter Verwendung pessimistischer Parameter (hohe CO₂-Emissionen, geringe Empfindlichkeit gegenüber dem aa-Index und hohe Empfindlichkeit gegenüber CO₂) ergibt sich für 2100 ein Temperaturanstieg von ~1 K gegenüber 1960–1990. Dies ist immer noch ein günstiges Ergebnis.

Ein Wort zur Transient Climate Response [vorübergehende Klimareaktion]

Die vorübergehende Klimareaktion ist die modellierte Erwärmung aufgrund einer jährlichen Erhöhung der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre um 1 %, bis sich diese verdoppelt, was etwa 70 Jahre dauern würde. Dies unterscheidet sich vom häufig zitierten Wert der ECS, der Gleichgewichtsklimasensitivität oder der endgültigen Erwärmung aufgrund einer plötzlichen Verdopplung des CO₂. ECS ist eine nicht überprüfbare Zahl, da es über 1.000 Jahre dauern würde, bis sich die Atmosphäre nach einer plötzlichen Verdopplung des CO₂-Gehalts vollständig im Gleichgewicht befindet. Angesichts dieses unwahrscheinlichen Szenarios kann ECS niemals überprüft werden, außer in einem Klimamodell. Daher handelt es sich laut Karl Popper (Popper, 1962) nicht um eine wissenschaftliche Größe. TCR hingegen ist sehr realistisch und könnte mit ausreichend Zeit und Aufwand überprüft werden.

Schlussfolgerungen

Die Arbeit ist eine willkommene Ergänzung zu der wachsenden Zahl von beobachtungsbasierten Schätzungen der Klimasensitivität gegenüber CO₂. Es ist angemessen, dass Stefani sich dafür entschieden hat, sein Modell auf der Grundlage von HadSST4.2 zu erstellen. Die Meerestemperaturen sind stabiler als die Lufttemperaturen über Land und reagieren hauptsächlich auf Veränderungen der Sonneneinstrahlung, sei es aufgrund von Veränderungen der Wolkendecke oder Veränderungen der Sonne selbst. Die Veränderungen der Meerestemperaturen aufgrund des Treibhauseffekts sind aus den in meinem vorherigen [Beitrag](#) diskutierten Gründen geringer. Ich empfehle den Artikel, er ist interessant, bedeutend und lesenswert.

Referenzen

IPCC. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. 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/>

Lewis, N. (2023, May). Objectively combining climate sensitivity evidence. *Climate Dynamics*, 60, 3139-3165. <https://doi.org/10.1007/s00382-022-06468-x>

Lewis, N., & Curry, J. (2018). The Impact of Recent Forcing and Ocean Heat Uptake Data on Estimates of Climate Sensitivity. *Journal of Climate*, 31, 6051-6071. DOI: <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-17-0667.1>.

Popper, K. R. (1962). *Conjectures and Refutations, The Growth of Scientific Knowledge*. New York: Basic Books. Retrieved from <http://ninthstreetcenter.org/Popper.pdf>

Scafetta, N. (2023). Empirical assessment of the role of the Sun in climate change using balanced multi-proxy solar records. *Geoscience Frontiers*, 14(6). Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674987123001172>

Sherwood, S. C., Webb, M. J., Annan, J. D., Armour, K. C., J., P. M., Hargreaves, C., . . . Knutti, R. (2020, July 22). An Assessment of Earth's Climate Sensitivity Using Multiple Lines of Evidence. *Reviews of Geophysics*, 58. <https://doi.org/https://doi.org/10.1029/2019RG000678>

Stefani, F. (2026). Solar and Anthropogenic Climate Drivers: An Updated Regression Model and Refined Forecast. *Atmosphere*, 17(3). <https://doi.org/10.3390/atmos17030252>

Link:

[https://andymaypetrophysicist.com/2026/03/02/stefani-on-the-sun-vs-CO₂-a-s-climate-drivers/](https://andymaypetrophysicist.com/2026/03/02/stefani-on-the-sun-vs-CO2-a-s-climate-drivers/)

Übersetzt von Christian Freuer für das EIKE

