

Die mysteriöse Gleichgewichts-Klimasensitivität (ECS) im AR 6 des IPCC, Teil 4: Konvertierung von Beobachtungen in ECS

geschrieben von Chris Frey | 29. April 2023

[Andy May](#)

In [Teil 1](#) [auf Deutsch [hier](#)] haben wir verschiedene Schätzungen der Klimasensitivität (ECS, TCR und auf Beobachtungen basierende Werte) und ihre Bedeutung erörtert, insbesondere die im jüngsten IPCC-Bericht, AR6. In [Teil 2](#) [auf Deutsch [hier](#)] haben wir die Unsicherheit bei der Schätzung der Wolkenrückkopplung zur Oberflächenerwärmung und die Beziehung zwischen Wolkenrückkopplung und ECS diskutiert. In [Teil 3](#) [auf Deutsch [hier](#)] haben wir die verschiedenen Schätzungen miteinander verglichen und die Unterschiede zwischen ihnen diskutiert. In diesem Teil werden wir erörtern, wie [Lewis und Curry](#) ihre beobachtungsbasierten Schätzungen der Klimasensitivität in AR6-äquivalente ECS-Werte umrechnen. Die meisten Umrechnungen von Beobachtungen in modellbasierte ECS werden auf ähnliche Weise vorgenommen.

Lewis und Curry 2018 (LC18) haben Basisperioden und Endperioden auf der Grundlage von Vulkanismusaufzeichnungen und der trendbereinigten Atlantischen Multidekadischen Oszillation (AMO) miteinander verglichen. Andere mögliche Quellen natürlicher Variabilität, einschließlich solarer Variabilität, wurden ignoriert. Unter Verwendung dieser Zeiträume wurde eine Schätzung des ECS anhand der Gleichungen und Werte in Abbildung 1 unten berechnet:

$$\lambda = (\Delta F - \Delta N) / \Delta T$$

$$\lambda = F_{2 \times \text{CO}_2} / \text{ECS}$$

$$\text{ECS} = F_{2 \times \text{CO}_2} \frac{\Delta T}{\Delta F - \Delta N}$$

Base period	Final period	ΔT HadCRUT4 (K)	ΔT Had4_krig_v2 (K)	ΔF (W m^{-2})	ΔN (W m^{-2})
1869–82	2007–16	0.80 (0.65–0.95)	0.88 (0.73–1.03)	2.52 (1.68–3.36)	0.50 (0.25–0.75)
1869–82	1995–2016	0.73 (0.58–0.87)	0.79 (0.63–0.94)	2.26 (1.44–3.09)	0.49 (0.29–0.69)
1850–1900	1980–2016	0.65 (0.51–0.79)	0.71 (0.56–0.86)	2.01 (1.21–2.82)	0.40 (0.21–0.60)
1930–50	2007–16	0.61 (0.47–0.75)	0.65 (0.51–0.79)	1.94 (1.22–2.66)	0.45 (0.18–0.72)
LC15 estimates for comparison					
1859–82	1995–2011	0.71 (0.56–0.86)	—	1.98 (0.99–2.86)	0.36 (0.15–0.58)
1850–1900	1987–2011	0.66 (0.52–0.81)	—	1.88 (0.92–2.74)	0.41 (0.19–0.63)

Base period	Final period	ECS best estimate (K)	ECS 17%–83% range (K)	ECS 5%–95% range (K)	TCR best estimate (K)	TCR 17%–83% range (K)	TCR 5%–95% range (K)
1869–82	2007–16	1.50	1.2–1.95	1.05–2.45	1.20	1.0–1.45	0.9–1.7
		1.66	1.35–2.15	1.15–2.7	1.33	1.1–1.6	1.0–1.9
1869–82	1995–2016	1.56	1.2–2.1	1.05–2.75	1.22	1.0–1.5	0.85–1.85
		1.69	1.35–2.25	1.15–3.0	1.32	1.1–1.65	0.95–2.0
1850–1900	1980–2016	1.54	1.2–2.15	1.0–2.95	1.23	1.0–1.6	0.85–1.95
		1.67	1.3–2.3	1.1–3.2	1.33	1.05–1.7	0.9–2.15
1930–50	2007–16	1.56	1.2–2.15	1.0–3.0	1.20	0.95–1.5	0.85–1.85
		1.65	1.25–2.3	1.05–3.15	1.27	1.05–1.6	0.9–1.95
LC15 results for comparison							
1859–82	1995–2011	1.64	1.25–2.45	1.05–4.05	1.33	1.05–1.8	0.9–2.5
1850–1900	1987–2011	1.67	1.25–2.6	1.0–4.75	1.31	1.0–1.8	0.85–2.55

Abbildung 1. Gleichungen und Werte, die zur Berechnung der ECS-Schätzungen von Lewis und Curry verwendet wurden. Quelle: (Lewis & Curry, 2018).

In der Tabelle der ECS- und TCR-Schätzungen liegen alle ECS-Schätzungen unter der wahrscheinlichen Untergrenze des AR6 von 2,5 °C. Die TCR-Schätzungen von Lewis und Curry liegen alle unter der wahrscheinlichen Untergrenze des AR6 von 1,4 °C. Dies gilt, obwohl Lewis und Curry die meisten der vom IPCC im AR6 getroffenen Annahmen akzeptiert haben.

In den Gleichungen ist λ der Parameter für die Klima-Rückkopplung in W/m^2 Anstieg des Antriebs pro Grad der Oberflächenerwärmung. LC18 geht davon aus, dass λ konstant ist. LC18 geht auch davon aus, dass:

$$\Delta R = \lambda \Delta T + \mu_R$$

Dabei ist ΔR die Strahlungsreaktion auf eine positive Änderung des Strahlungsantriebs (ΔF), die eine positive Änderung des abwärts gerichteten Strahlungsungleichgewichts (N) am oberen Ende der Atmosphäre (TOA) bewirkt. Der Begriff μ_R ist ein zufälliger Restterm mit dem Mittelwert Null, der die interne Wetter- oder Klimavariabilität darstellt, die nicht mit den Änderungen der Temperatur (ΔT) zusammenhängt. Im Wesentlichen ist R die Reaktion auf eine Änderung der Temperatur mal dem Rückkopplungsparameter plus der internen Klimavariabilität, die über den gewählten Zeitraum als zufällig um Null

angenommen wird. Die betrachteten Zeiträume sind in Abbildung 1 aufgeführt.

Wenn man davon ausgeht, dass λ über alle gewählten Zeiträume konstant ist, ist er unabhängig von der Temperatur, von Änderungen des Klimazustands und von Änderungen des Strahlungsantriebs (ΔF). Daraus folgt:

$$\lambda = (\Delta F - \Delta N) / \Delta T$$

Die obige Gleichung ergibt sich aus dem Energieerhaltungssatz und der Annahme, dass die interne Variabilität (μR) über den gewählten Zeitraum gleich Null ist. LC18 (und AR6) gehen dann davon aus, dass der einzige äußere Antrieb auf Vulkanismus und die Veränderung des CO_2 , $F2 \times CO_2$, zurückzuführen ist. Das bedeutet, dass ECS mit der unteren Gleichung in Abbildung 1 berechnet werden kann, wenn die Zeiträume so gewählt werden, dass der Vulkanismus etwa gleich groß ist und die Zeiträume in den gleichen Teil des 60-70-jährigen AMO-Zyklus fallen. Dies sind die gleichen Annahmen, die auch der IPCC macht.

Realitätscheck

LC18 verwendet die trendbereinigte AMO, wie in der oberen Grafik in Abbildung 2 dargestellt. Durch die Trendbereinigung wird die Zyklizität der AMO hervorgehoben, aber der langfristige Trend, der in den nicht trendbereinigten Rohdaten im unteren Diagramm in Abbildung 2 zu erkennen ist, wird entfernt.

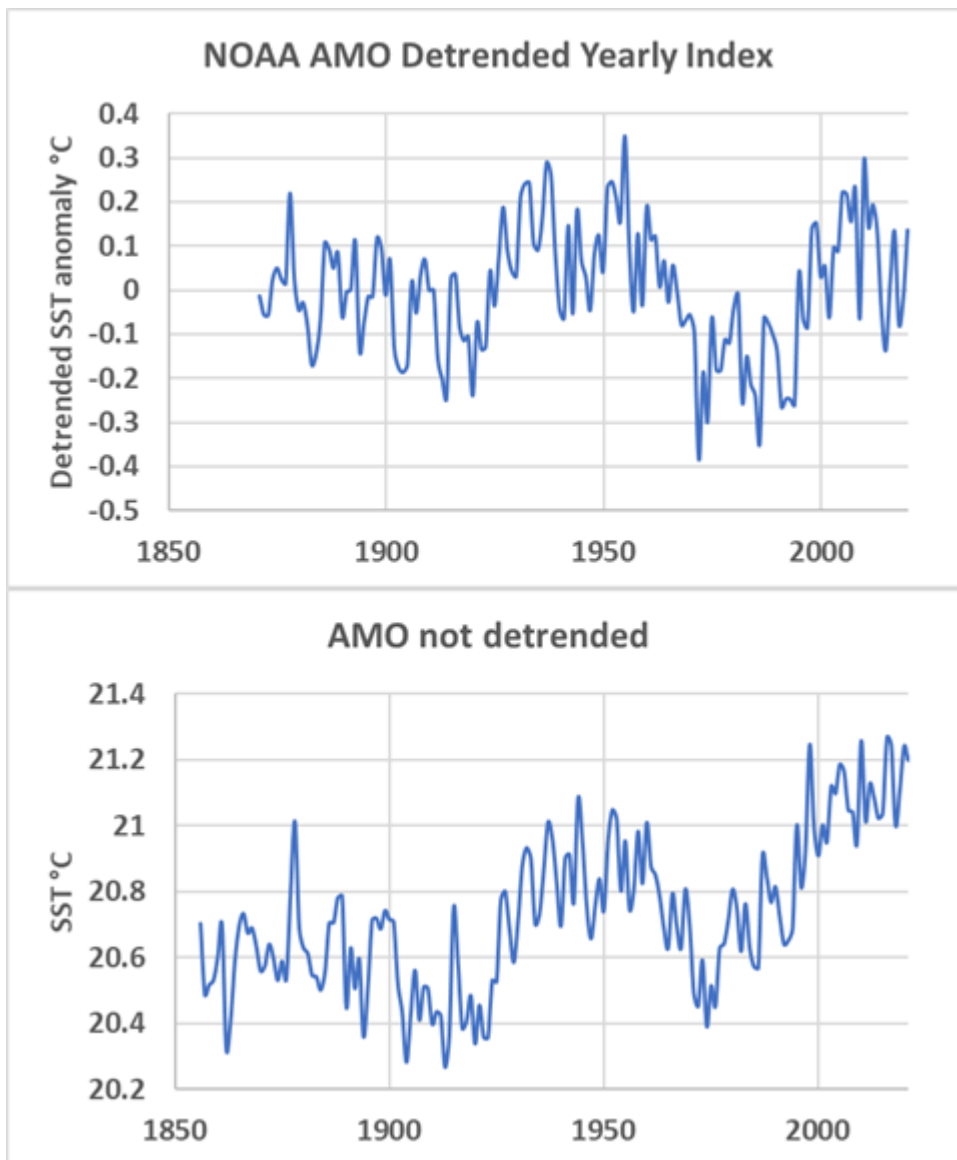


Abbildung 2. Trendbereinigte und rohe AMO-Daten.

Der längerfristige Trend wirkt sich auf die in Abbildung 1 dargestellten Vergleiche zwischen Basis- und Endperiode aus. Der Grund für den zugrunde liegenden säkularen Trend in der AMO ist nicht bekannt, könnte aber auf das in Abbildung 3 dargestellte Moderne Sonnenmaximum zurückzuführen sein.

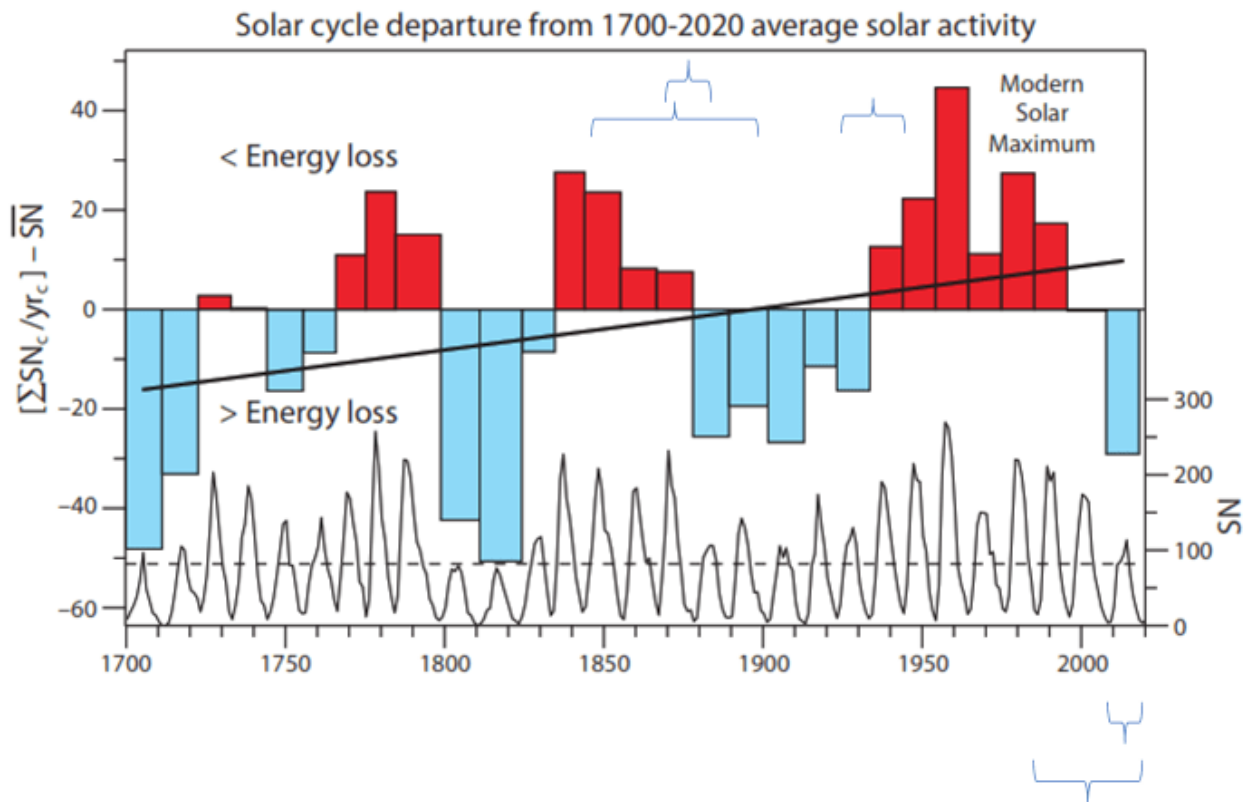


Abbildung 3. Die durchschnittliche jährliche Sonnenfleckenanzahl von 320 Jahren wird von der Summe der jährlichen Sonnenfleckenanzahl für alle Jahre jedes Zyklus geteilt durch die Anzahl der Jahre im Zyklus abgezogen. Die Breite der Balken ist proportional zur Dauer des Zyklus'. Die dicke Linie ist der lineare Trend. Das moderne Sonnenmaximum (1935-2005), in dem kein Sonnenzyklus unter dem Durchschnitt lag, ist gekennzeichnet. Die LC18-Basis- und Endperioden sind mit blauen Klammern gekennzeichnet. Die oberen Klammern sind die Basisperioden, die unteren Klammern die Endperioden. Die Darstellung wurde geändert aus: (Vinós, 2022, S. 191).

Die Veränderungen der Sonnenaktivität sind im Allgemeinen von einem Sonnenzyklus zum nächsten und vom Tiefpunkt des Sonnenzyklus zum Höhepunkt gering. Aber sie kumulieren sich im Laufe der Zeit. Ausgedehnte Sonnenmaxima wie das Moderne Sonnenmaximum können große Auswirkungen auf das Klima haben, wenn sie lange genug andauern. Das gegenwärtige Sonnenmaximum ist die längste Periode hoher Sonnenaktivität seit 600 Jahren (Vinós, 2022, S. 210). In Anbetracht dessen und des offensichtlichen Trends in der rohen AMO scheint es wahrscheinlich, dass die Unterschiede zwischen der LC18-Basisperiode und der letzten Periode nicht vollständig auf die Veränderung des CO₂ zurückzuführen sind, wie in den Gleichungen in Abbildung 1 angenommen.

Schlussfolgerungen

Der Trend der AMO und der Sonnenaktivität war in den letzten 170 bis 300 Jahren steigend und nicht flach, wie in LC18 und AR6 ausdrücklich

angenommen. Daher sind ihre ECS- und TCR-Werte Maximalwerte und keine Schätzungen der tatsächlichen Werte. Dies gilt generell für fast alle beobachtungsbasierten und modellbasierten Schätzungen von ECS und TCR.

Dennoch liegen fast alle beobachtungsbasierten Schätzungen von ECS und TCR unter der wahrscheinlichen Untergrenze, die im AR6 angegeben wird. Das Problem mit den neuen AR6-Schätzungen der Klimasensitivität ist nicht nur, dass sie zu hoch sind, sondern auch, dass sie höher sind als die maximal möglichen beobachtungsbasierten Schätzungen. Dies ist ein Punkt, der nicht oft genug betont wird.

The bibliography can be downloaded [here](#).

Link:

<https://andymaypetrophysicist.com/2023/04/27/the-mysterious-ar6-ecs-part-4-converting-observations-to-ecs/>

Übersetzt von Christian Freuer für das EIKE