

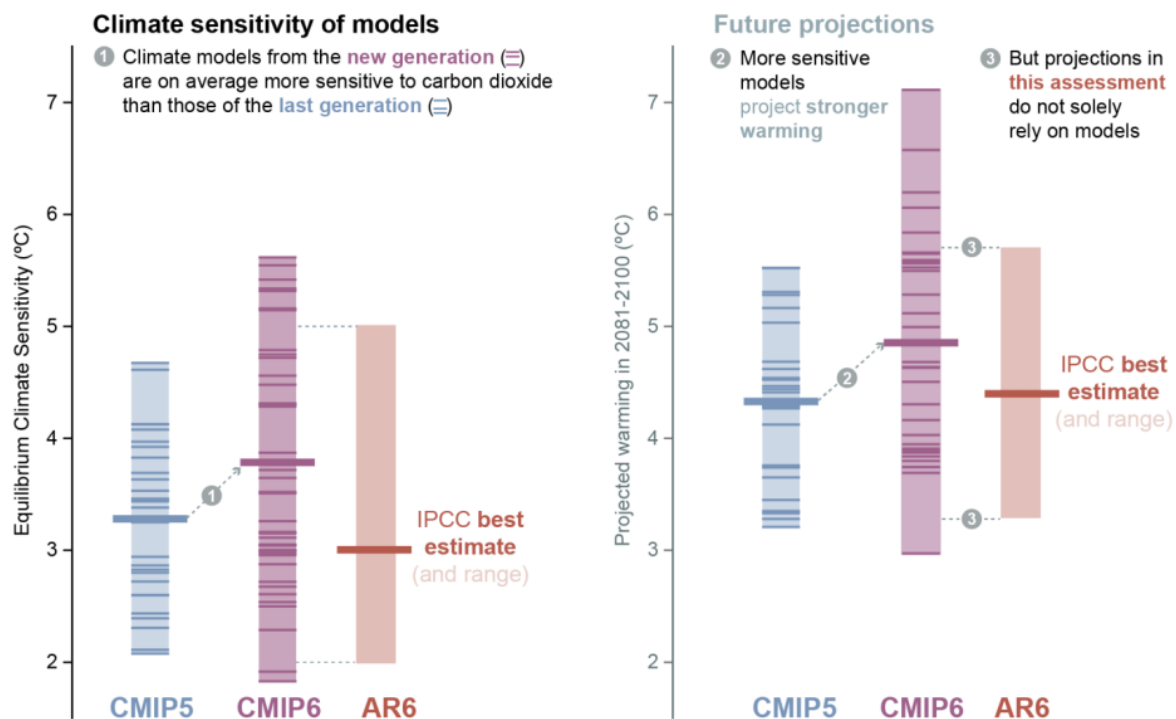
Die mysteriöse Gleichgewichts-Klimasensitivität (ECS) im AR 6 des IPCC, Teil 3: Was ist Klima-Sensitivität?

geschrieben von Chris Frey | 28. April 2023

[Andy May](#)

FAQ 7.3: Equilibrium climate sensitivity and future warming

Equilibrium climate sensitivity measures how climate models respond to a doubling of carbon dioxide in the atmosphere.



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 diesem Teil vergleichen wir die Werte aus verschiedenen Quellen miteinander.

AR4, AR5 und AR6 definieren vorindustriell als vor 1750 oder als die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre etwa 280 ppm betrug. Das ist kurz nach der schlimmsten Phase der Kleinen Eiszeit. AR6 schätzt den gesamten anthropogenen Treibhauseffekt von 1750 bis 2019 auf 2,72 W/m², was einem Anstieg von 19 % gegenüber der Schätzung von AR5 entspricht (AR6, S. 926). AR6 ändert auch die Schätzung des ECS, beide ECS-Schätzungen

werden in Tabelle 1 mit anderen Schätzungen verglichen.

Im AR6 stellt der IPCC fest, dass:

„... die beste Schätzung der ECS ist 3°C, die wahrscheinliche Spanne ist 2,5 bis 4°C und die sehr wahrscheinliche Spanne ist 2 bis 5°C. Es ist praktisch sicher, dass ECS über 1,5°C liegt.“ – (AR6, S. 926)

Sie sind sich *praktisch sicher*, dass ECS größer als 1,5°C/2xCO₂ ist. Die von Fachleuten überprüfte Literatur enthält jedoch zahlreiche niedrigere Schätzungen der Klimaempfindlichkeit gegenüber CO₂, die auf Beobachtungen beruhen, wie im AR6 auf Seite 1007 zugegeben wird. Sechs niedrigere Schätzungen sind in Tabelle 1 in Fettdruck aufgeführt. Der IPCC nimmt keine unabhängige Schätzung der ECS vor, sondern sammelt die von Fachleuten überprüften Schätzungen anderer und leitet daraus nach bestem Wissen und Gewissen einen höchstwahrscheinlichen Wert und einen Bereich möglicher Werte ab. Offenbar hat das IPCC viele von Fachleuten überprüfte, auf Beobachtungen basierende niedrigere Schätzungen der Klimasensitivität ignoriert [1]. Viele Schätzungen, die viel zu zahlreich sind, um sie hier aufzulisten, zeigen mögliche Werte unter 1,5°C/2xCO₂.

Ein Grund, den sie für ihre neue höhere ECS-Spanne und -Schätzung angeben ist ihre Annahme, dass der „Rückkopplungsparameter mit steigender Temperatur zunimmt“ [2] Rückkopplungen über Rückkopplungen. Auf diese Weise haben sie einen sich ständig verändernden Modellrahmen für ihre Berechnungen geschaffen, der eine bereits unüberprüfbare Hypothese noch unüberprüfbarer macht. Beim Aufbau eines Computermodells ist es nie eine gute Idee, die primäre Zielberechnung, in diesem Fall die Temperatur, als Antrieb für die Modellstruktur oder die Zielrückkopplungen zu verwenden. Dies ist das Computeräquivalent eines Zirkelschlusses.

Der Hintergrund-Klimazustand ändert sich [3], und es besteht kein Zweifel, dass die Rückkopplungen eine andere Wirkung haben, wenn sich der Klimazustand ändert. AR6 konzentriert sich jedoch auf die Temperaturabhängigkeit der Rückkopplungen, ohne zu zeigen, wie sich der Klimazustand ändert, wenn sich die Temperatur ändert. [4] Javier Vinós hat gezeigt, dass Änderungen des Klimazustands möglicherweise mit Änderungen der Sonnenaktivität und größeren internen Ozeanschwankungen zusammenhängen. [5] Es ist also möglich, dass ein sich ändernder Klimazustand die Rückkopplungen und Temperaturänderungen verursacht und nicht umgekehrt. AR6 hat möglicherweise Ursache und Wirkung verwechselt.

ECS ist ein künstliches Modellkonstrukt, das außerhalb der Welt der Klimamodelle wenig Bedeutung hat. Eine sofortige oder fast sofortige CO₂-Verdoppelung ist unwahrscheinlich, und es würde Hunderte, vielleicht Tausende von Jahren dauern, bis die volle ECS-Temperaturreaktion im Klimasystem wirksam wird [6]. Es ist äußerst unwahrscheinlich, dass andere das Klima beeinflussende Faktoren so lange im Gleichgewicht

bleiben würden.

Erschwerend kommt hinzu, dass die zur Berechnung der ECS verwendeten Modelle nicht einheitlich sind. Einige Berechnungen verwenden ein vollständiges Atmosphäre-Ozean-Modell, andere verwenden beobachtete Ozeantemperaturen. [7] Einige einfache Modelle konstruieren eine Energiebilanz, die nur auf der Temperatur basiert, diese werden als nulldimensionale Modelle bezeichnet, andere einfache Modelle fügen zusätzliche Zonen oder Komplexitäten hinzu. [8] Es ist weithin anerkannt, dass ECS unrealistisch ist, und infolgedessen haben einige es als „effektive Klimasensitivität“ [9] neu definiert, wie zuvor in Teil 1 diskutiert. Aber das ist immer noch unwirklich, nicht überprüfbar und nicht wissenschaftlich im Sinne von Karl Popper [10]. Außerdem betrifft es die Menschheit erst 150 oder mehr Jahre in der Zukunft, ein bedeutungsloser Zeitrahmen für die heutige Betrachtung.

Equilibrium Climate Sensitivity Best Estimates			
Report	Best or central estimate	Overall range	Page or source data
	°C/2xCO ₂	°C/2xCO ₂	
Charney, 1979	3.0	1.5 to 4.5	page 2
FAR, 1990/1992	2.5 to 4.0	1.5 to 4.5	page 75
SAR, 1995	2.5	1.5 to 4.5	page 34
TAR, 2001	3.0	1.5 to 4.5	page 67
AR4, 2007	3.0	2 to 4.5	page 727
AR5, 2013	NA	1.5 to 4.5	page 16
AR6, 2021	3	2.0 to 5.0	page 7-8
Lindzen & Choi, 2009	0.5	NA	ERBE data
Lindzen and Choi, 2011	0.7	0.5 to 1.3	ERBE & CERES
Christy & McNider, 2017	1.1	0.84 to 1.36	UAH Lower Troposphere
Idso, 1998	0.4		Data from paper
Newell & Dopplick, 1979	<0.25		Tropics only
Lewis & Curry 2018	1.5	1.1 to 2.45	page 6068

Tabelle 1. Verschiedene IPCC-Schätzungen von ECS im Vergleich zu beobachtungsbasierten Schätzungen derselben (fett gedruckt).

Die fett gedruckten CO₂-Klimaempfindlichkeitsschätzungen in den unteren sechs Zeilen von Tabelle 1 sind nicht direkt mit den modellbasierten IPCC-Schätzungen vergleichbar, da sie auf realen Beobachtungen beruhen. Diese sechs Schätzungen stützen sich auf Daten, die über Zeiträume von weniger als 100 Jahren erhoben wurden, und der CO₂-Anstieg erfolgte im Laufe der Zeit.

Nicola Scafetta bietet einen umfassenderen Blick auf die ECS-Schätzungen der AR6-Modelle: [11] Scafetta zeigt, dass die ECS-Berechnungen der AR6-Modelle zwischen 1,83 und 5,67°C/2xCO₂ liegen. Er stellte fest, dass alle Modelle mit einem ECS-Wert von über 3°C/2xCO₂ im Vergleich zu den Beobachtungen viel zu hoch sind und daher nicht berücksichtigt werden sollten. Scafetta stellte fest, dass die Modelle mit einem ECS von weniger als 2°C/2xCO₂ in 50 % oder mehr ihrer Gitterzellen eine übermäßige Erwärmung (gegenüber den Beobachtungen) von weniger als 0,2°C aufwiesen. Außerdem sind dies die einzigen Modelle, die als statistisch gültig angesehen werden können. Scafetta und viele andere Klimaforscher haben gezeigt, dass ein ECS zwischen ein und zwei °C/2xCO₂ am besten zu den Beobachtungen passt, höhere Werte werden von den Beobachtungen nicht unterstützt.

Wie bereits erwähnt, stützt sich AR6 sehr stark auf die fehlerhafte Analyse von Sherwood et al. Die in Tabelle 1 dargestellte AR6-Schätzung der ECS entspricht der von Sherwood, die bei etwa 3,2°C liegt (5-95%-Spanne 2,3 – 4,7°C). Nic Lewis, der dieselben Daten wie Sherwood verwendet, aber objektivere Kriterien anwendet und einige Fehler in Sherwoods statistischen Verfahren korrigiert, senkt Sherwoods Schätzung der Klimasensitivität von 3,2°C auf 2,2°C und stellt fest, dass Werte unter 2°C eine 36%ige Wahrscheinlichkeit haben, die höher ist als die Wahrscheinlichkeit, dass die Klimasensitivität 2,5°C übersteigt. [12]

TCR

TCR (Transient Climate Response) ist die kurzfristige – etwa 70 Jahre dauernde – Temperaturänderung infolge eines anhaltenden CO₂-Anstiegs von 1 %/Jahr bis zu dem Punkt, an dem sich die CO₂-Konzentration verdoppelt. Die TCR ist zwar immer noch ein künstliches Konstrukt, aber sie spielt sich in 70 Jahren ab und kann überprüft und möglicherweise falsifiziert werden. Sie ist sowohl relevanter als auch wissenschaftlicher. In dieser Diskussion werden wir das irrealer und nicht überprüfbare ECS ignorieren, unabhängig davon, ob das „E“ für Equilibrium oder Effective steht. Tabelle 2 vergleicht verschiedene Schätzungen der TCR mit unseren empirischen, auf Beobachtungen basierenden Schätzungen der Klimasensitivität in der realen Welt.

Die IPCC-Werte für TCR in Tabelle 2 liegen näher an den fettgedruckten gemessenen Schätzungen, sind aber immer noch zu hoch. AR6 sagt über die Schätzung der TCR Folgendes aus:

„... die beste Schätzung der vorübergehenden Klimareaktion (TCR) ist 1,8°C, die wahrscheinliche Spanne ist 1,4 bis 2,2°C und die sehr wahrscheinliche Spanne ist 1,2 bis 2,4 °C.“ – (AR6, S. 927).

Transient Climate Response (TCR) Best Estimates			
Report	Best or central estimate	Overall range	Page or source data
	°C/2xCO ₂	°C/2xCO ₂	
Charney, 1979	2.0	1.0 to 3.0	page 9
FAR, 1990/1992	~2.1	1.0 to 3.0	p. xi, TCR not calculated used temp at 2090
SAR, 1995	2.1	1.0 to 3.5	p. 315, TCR not explicitly calculated used temp at 2090
TAR, 2001	1.8	1.1 to 3.1	page 67 & 527
AR4, 2007	1.8	1.0 to 3.0	page 749, 801
AR5, 2013	NA	1.0 to 2.5	page 84
AR6, 2021	1.8	1.2 to 2.4	page 7-8
Lindzen & Choi, 2009	0.5	NA	ERBE data
Lindzen and Choi, 2011	0.7	0.5 to 1.3	ERBE & CERES
Christy & McNider, 2017	1.1	0.84 to 1.36	UAH Lower Troposphere
Soon, et al., 2015	0.44	0.31 to 1.76	Data from paper
Idso, 1998	0.4		Data from paper
Newell & Dopplick, 1979	<0.25		Tropics only
Lewis & Curry 2018	1.2	0.9 to 1.7	page 6060

Tabelle 2. Verschiedene Schätzungen der vorübergehenden Klimareaktion auf eine CO₂-Verdoppelung. Diese gehen von einem stetigen Anstieg des CO₂ um etwa 1 %/Jahr aus, wobei die Verdopplung nach 70 Jahren eintritt. Die fett gedruckten Schätzungen der Klimasensitivität sind reale, auf Beobachtungen basierende Schätzungen der Klimasensitivität.

AR6 basiert auf Schätzungen, die auf historischen Aufzeichnungen beruhen:

„Die Beschränkungen des globalen Energiebudgets deuten auf einen besten Schätzwert (Median) der TCR von 1,9°C hin ... und sehr wahrscheinlich in einem Bereich von 1,3°C bis 2,7°C (hohes Vertrauen).“ – (AR6, S. 999)

Ihre Gesamtschätzung ist etwas geringer als ihre Schätzung aus den historischen Aufzeichnungen, aber höher als die auf Beobachtungen basierenden Schätzungen, die wir in den Tabellen 1 und 2 anführen. Es ist offensichtlich, dass sie sich die von ihnen heran gezogenen Daten herauspicken. Die untere Grenze ihres „sehr wahrscheinlichen“ Bereichs über den sechs oder sieben beobachtungs-basierten Schätzungen in den Tabellen 1 und 2 anzusetzen, ist unaufrichtig.

AR6 erörtert die Studie von Nic Lewis und Judith Curry aus dem Jahr 2018 [13], welche eine untere Grenze von 1°C/2xCO₂ aufweist, sowie ähnliche

Schätzungen von Ragnhild Skeie und Kollegen[14] und Alexander Otto und Kollegen.[15] Die Schätzung der TCR von Christy und McNider aus dem Jahr 2017 [16] wird vollständig ignoriert. AR6 lehnt diese niedrigeren Schätzungen ab, weil die Studien notwendigerweise davon ausgehen, dass die Strahlungsrückkopplung konstant bleibt, wenn CO₂ die Atmosphäre erwärmt, zumindest in Bezug auf ECS. [17] Die Annahme einer konstanten Strahlungsrückkopplung hat einen geringeren Effekt auf beobachtungsbasierte Schätzungen der TCR. Dies bezieht sich auf die spekulative Idee der positiven Rückkopplungen des IPCC, die im AR6 eingeführt wurde (siehe oben). Das IPCC ist sehr zuversichtlich, dass die Rückkopplungen mit dem Temperaturanstieg zunehmen werden, was zu einer zusätzlichen Erwärmung führen wird; diese Zuversicht stammt in erster Linie aus Modellstudien [18] Offensichtlich müssen beobachtungsbasierte Studien davon ausgehen, dass die Rückkopplungen über den untersuchten Zeitraum konstant sind. AR6 geht davon aus, dass Änderungen des Klimazustands eine Folge von Temperaturänderungen sind, d. h. sie sind eine Temperaturrückkopplung, und ignoriert die sehr reale Möglichkeit, dass die Temperaturänderungen auf Änderungen des Klimazustands zurückzuführen sind.

Positive Rückkopplungen auf Rückkopplungen

Die Modelle des IPCC AR6 prognostizieren die historische SST-Erwärmung nicht sehr gut. Je nach Gebiet sagen die Modelle die Erwärmung manchmal zu hoch und manchmal zu niedrig voraus. Ihre Logik scheint zu sein, dass die Modelle nicht falsch liegen können, also gehen sie davon aus, dass sich die Temperatur-Rückkopplungswerte ändern müssen. Auf den Seiten 989 bis 997 versuchen sie, ihre Logik zu erklären. Ihre Erklärung erinnert uns an diese Passage aus Karl Poppers Buch:

„Die marxistische Geschichtstheorie hat trotz der ernsthaften Bemühungen einiger ihrer Begründer und Anhänger letztlich eine Praxis der Wahrsagerei angenommen. In einigen ihrer früheren Formulierungen (zum Beispiel in Marx' Analyse des Charakters der ‚kommenden sozialen Revolution‘) waren ihre Vorhersagen überprüfbar und in der Tat falsifiziert. Doch anstatt die Widerlegungen zu akzeptieren, interpretierten die Anhänger von Marx sowohl die Theorie als auch die Beweise neu, um sie zur Übereinstimmung zu bringen. Auf diese Weise retteten sie die Theorie vor der Widerlegung, aber sie taten dies um den Preis, dass sie eine Methode anwandten, die sie unwiderlegbar machte. Auf diese Weise gaben sie der Theorie eine ‚konventionalistische Wendung‘ und zerstörten mit diesem Kunstgriff ihren vielgepriesenen Anspruch auf Wissenschaftlichkeit.“ – (Popper, 1962, S. 37).

Die detaillierte Beschreibung (Abschnitt 7.4.4.3, Seite 989) ihrer Vorstellung einer positiven Rückkopplung basiert auf Vergleichen zwischen der beobachteten und der modellierten Erwärmung der Ozeane. Diese stimmen ganz einfach nicht überein, wie die Abbildung 7.14 auf Seite 990 zeigt. Ihre Analyse des „räumlichen Musters“ der modellierten SST im Vergleich zur beobachteten SST wird durch „mehrere Generationen

von Klimamodellen“ [19] und wenig anderes gestützt. Sie berufen sich auf den schlecht verstandenen Satz an einstellbaren Modellparametern für die Nettowolkenrückkopplung und verwenden diese, um zu erklären, warum die Modelle die pazifische SST nicht richtig vorhersagen. Richard Seager und seine Kollegen [20] äußern sich dazu wie folgt:

„Die Reaktion des tropischen Pazifiks auf steigende Treibhausgase hat Auswirkungen auf die gesamte Weltbevölkerung. Modernste Klimamodelle sagen voraus, dass steigende Treibhausgase das West-Ost-Gefälle zwischen höherer und niedrigerer Meerestemperatur über dem äquatorialen Pazifik verringern. In der Natur hat sich dieses Gefälle jedoch in den letzten Jahrzehnten verstärkt, da die Treibhausgas-Konzentrationen stark gestiegen sind. Diese krasse Diskrepanz zwischen Modellen und Beobachtungen beunruhigt die Klimaforschungsgemeinschaft seit zwei Jahrzehnten. ... Das Versagen der modernen Modelle, die korrekte Reaktion zu erfassen, führt zu kritischen Fehlern in ihren Projektionen des Klimawandels in den vielen Regionen, die empfindlich auf die Meerestemperaturen im tropischen Pazifik reagieren.“ – Seager, et al. (2019)

Ross McKittrick stellt in seinen Kommentaren zum AR6-Entwurf zweiter Ordnung (SOD), Kapitel 7, fest, dass der IPCC seine Vermutungen über „Rückkopplungen auf Rückkopplungen“ und einen höheren ECS auf seine Fähigkeit stützt, das tropische Klima genau vorherzusagen. Doch wie er und John Christy in ihren Studien von 2018 und 2020 erklären, [21] sagt jeder Lauf jedes CMIP5-Modells die Erwärmung in der Schicht von 200 hPa bis 300 hPa (10-12 km) in der tropischen Troposphäre zu hoch voraus, und die Unterschiede sind in den meisten Fällen statistisch signifikant. [22] Wenn sich die Beobachtungen signifikant von den Modellergebnissen unterscheiden, ist die einfachste Erklärung, dass die Modelle falsch liegen, und nicht, dass sich die Rückkopplungen mit steigenden Temperaturen verändern.

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Kapitel 7 des AR6, „Der Energiehaushalt der Erde, Klima-Rückkopplungen und Klimaempfindlichkeit“, war die Quelle für den größten Teil des Materials in den ersten drei Teilen dieser Serie. Es strahlt eine gewisse Verzweiflung aus, der Leser wird mit den Phrasen „hohes Vertrauen“, „praktisch sicher“ und „sehr wahrscheinlich“ bis zum Überdruß überschwemmt. Sie werden weniger zur Beschreibung als vielmehr zur Überzeugung verwendet.

Als der IPCC entdeckte, dass er die Erwärmung im östlichen Pazifik und im Südpolarmeer überschätzt hatte, zog er nicht den offensichtlichen Schluss, dass seine Modelle falsch waren. Stattdessen entwarfen sie ein ausgeklügeltes Szenario, das auf „Mustern“ der Ozeanerwärmung basierte und die Hypothese aufstellte, dass ihre CO₂-verursachten Erwärmungsrückkopplungen selbst positiven (erwärmenden) Rückkopplungen unterliegen würden! Die Verwendung einer wichtigen Modellausgabe, in

diesem Fall der Temperatur, zur Berechnung einer kritischen Rückkopplung, die wiederum zur Berechnung derselben Ausgabe verwendet wird, macht das Modell instabil und unzuverlässig.

Wir haben bereits früher darauf hingewiesen, wie wichtig es ist zu erkennen, dass der Klimawandel **nicht** global ist, sondern regional und insbesondere je nach Breitengrad variiert (siehe [Abbildung 3](#)). CO₂ ist ein gut gemischtes Gas und hat eine nahezu konstante atmosphärische Konzentration auf der ganzen Welt und vertikal in der Atmosphäre. Wenn CO₂ also einen signifikanten Einfluss auf das Klima hätte, könnte es einen globalen Klimawandel verursachen. Vermutlich ist dies der Grund, warum sich der IPCC auf globale Veränderungen konzentriert.

Der AR6 räumt ein, dass sich das Klima regional verändert, erkennt aber nicht an, dass dies ein Beweis dafür ist, dass seine Modelle und Annahmen falsch sind. Natürliche Klimaveränderungen sind lokal, hauptsächlich nach Breitengraden, [23] aber sie scheinen beschlossen zu haben, dass ihre angenommenen Rückkopplungen sich mit unterschiedlichen Raten und in regionalen Mustern verändern, und nennen das den „Mustereffekt“ [24]. Ist es nicht logischer, einfach anzuerkennen, dass der größte Teil des Klimawandels natürlich ist und dass die Modelle deshalb nicht das wiedergeben, was wir beobachten? [25]

Schließlich empfehlen der Weltklimarat und viele Regierungsstellen weltweit, die Verbrennung fossiler Brennstoffe einzuschränken, um die Erwärmung auf 1,5 °C über dem sogenannten vorindustriellen Zeitraum zu begrenzen. [26] Dieser Zeitraum endet im Jahr 1750, dem Ende des kältesten Jahrhunderts (~1650-~1750) seit der letzten Eiszeit, zumindest in der außertropischen nördlichen Hemisphäre. Die menschliche Zivilisation hat noch nie niedrigere Temperaturen erlebt. Nur sehr wenige Menschen würden zu dem miserablen Klima von damals zurückkehren wollen. Unser heutiges Klima ist besser, und das zusätzliche CO₂ von heute hat die landwirtschaftliche Produktivität erheblich verbessert.[27]

Der IPCC hat es versäumt, die Auswirkungen von CO₂ und anderen Treibhausgasen auf das Klima oder die globale Erwärmung zu messen, d. h. die Klimasensitivität gegenüber CO₂ zu messen. Viele Forscher haben Messungen verwendet, um die Klimasensitivität zu schätzen, aber wenn diese Schätzungen unter den vom IPCC gewünschten Werten liegen, werden sie einfach ignoriert.

Die AR6-Methode war ebenso wie die Methode von Sherwood et al. subjektiv, was die Einbeziehung von Schätzungen angeht. Tatsächlich schließt der AR6 ausdrücklich viele gültige Schätzungen der Klimasensitivität aus, ohne zu erklären, warum, und zwar auf Seite 1007 in Kapitel 7:

„In der Geschichte gab es eine Vielzahl von Studien (z. B. Svensmark, 1998; Lindzen et al., 2001; Schwartz, 2007), die meist eine niedrigere

ECS als die hier als sehr wahrscheinlich eingeschätzte Bandbreite implizieren.“ – AR6, S. 1007

Die „Vielzahl“ von Schätzungen wird einfach ignoriert, ohne dass dies erklärt wird. Die Erklärung, die gegeben wird lautet, dass viel höhere Schätzungen, die auf Paläoklima-Studien basieren, ebenfalls ignoriert werden, obwohl gezeigt wurde, dass „die höheren Schätzungen aufgrund der fehlenden Berücksichtigung von orbitalem Antrieb und langfristigen Rückkopplungen zwischen Eisschilden überschätzt wurden ([Schmidt et al., 2017b](#)).“ [28]

Der AR6 rückte von der bisherigen Praxis ab, ECS und TCR direkt aus Modelldaten zu berechnen. Stattdessen wurden Messungen wie die von Lewis und Curry in Kombination mit mehreren komplexen modellbasierten Berechnungen verwendet, um die Werte von ECS und TCR auf einen erwarteten Bereich zu beschränken. Die im AR6 und in Sherwood et al. erläuterte Methodik war so angelegt, dass die von den Modellen abgeleiteten Schätzungen die durch Instrumente gestützten Schätzungen übertrafen, insbesondere am unteren Ende, so dass sie die gewünschten Ergebnisse einstellen konnten.

In Teil 4, dem letzten Teil dieser Serie, untersuchen wir, wie moderne Beobachtungen von CO₂ und der globalen Durchschnittstemperatur zur Berechnung der Klimasensitivität verwendet werden und wie die Berechnung dann in ein Pseudo-ECS umgewandelt wird. Was bedeutet die Umrechnung, wenn sie abgeschlossen ist?

Download *the bibliography* [here](#).

1. Including: Lindzen, R., & Choi, Y.-S. (2009, August 26). On the determination of climate feedbacks from ERBE data. *Geophysical Research Letters*, 36(16), Lindzen, R., & Choi, Y.-S. (2011, August 28). On the Observational Determination of Climate Sensitivity and Implications. *Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences*, 47(377)., Idso, S. (1998). CO₂-induced global warming: a skeptic's view of potential climate change. *Climate Research*, 10(1), 69-82, Newell, R., & Doplick, T. (1979). Questions Concerning the Possible Influence of Anthropogenic CO₂ on Atmospheric Temperature. *J. Applied Meteorology*, 18, 822-825., and (Lewis & Curry, The impact of recent forcing and ocean heat uptake data on estimates of climate sensitivity, 2018), among many others. [↑](#)
2. AR6, pp. 981 and Figure 7.11 [↑](#)
3. (Vinós, Climate of the Past, Present and Future, A Scientific Debate, 2022, pp. 184-187) [↑](#)
4. AR6, page 980. [↑](#)
5. (Vinós, Climate of the Past, Present and Future, A Scientific Debate, 2022, p. 189) [↑](#)
6. 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. doi: <https://doi.org/10.1029/2019RG000678>

[↑](#)

7. See figure 1 [here](#). [↑](#)
8. Bates, J. R. (2016). Estimating climate sensitivity using two-zone energy balance models. *Earth and Space Science*, 3(5), 207-225. [↑](#)
9. (Sherwood, et al., 2020). [↑](#)
10. Popper, K. R. (1962). *Conjectures and Refutations, The Growth of Scientific Knowledge*. New York: Basic Books. Pages 35-37. [↑](#)
11. Scafetta, N. (2021). Testing the CMIP6 GCM Simulations versus Surface Temperature Records from 1980–1990 to 2011–2021: High ECS Is Not Supported. *Climate*, 9(161) [↑](#)
12. Lewis, N. (2022). Objectively combining climate sensitivity evidence. *Climate Dynamics*. [↑](#)
13. Lewis, N., & Curry, J. (2018, April 23). The impact of recent forcing and ocean heat uptake data on estimates of climate sensitivity. *Journal of Climate*. [↑](#)
14. Skeie, R. B., Berntsen, T., Aldrin, M., Holden, M., & Myhre, G. (2018). Climate sensitivity estimates – sensitivity to radiative forcing time series and observational data. *Earth System Dynamics*, 9, 879-894. [↑](#)
15. Otto, A., Otto, F. B., Church, J., Hegerl, G., Forster, P. M., Gillett, N. P., . . . Stevens, B. (2013, May 19). Energy budget constraints on climate response. *Nature Geoscience*, 415-416. [↑](#)
16. Christy, J., & McNider, R. (2017). Satellite Bulk Tropospheric Temperatures as a Metric for Climate Sensitivity. *Asia-Pac. J. Atmos. Sci.*, 53(4). [↑](#)
17. AR6, p 996 [↑](#)
18. AR6, p 990. [↑](#)
19. AR6, p 990. [↑](#)
20. Seager, R., Cane, M. H., Lee, D.-E., Abernathey, R., & Zhang, H. (2019, June 24). Strengthening tropical Pacific zonal sea surface temperature gradient consistent with rising greenhouse gases. *Nature Climate Change*, 517-522. [↑](#)
21. (McKittrick & Christy, 2018) and (McKittrick & Christy, 2020) [↑](#)
22. See [here](#) for more details. [↑](#)
23. (Vinós, Climate of the Past, Present and Future, A Scientific Debate, 2022, pp. 155-161) [↑](#)
24. AR6, page 990 [↑](#)
25. AR6, page 990, see AR6 figure 7.14 for a comparison of model results to observations. [↑](#)
26. IPCC. (2018). *Global Warming of 1.5 degrees C*. (Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, . . . a. T. Waterfield, Eds.) Geneva: World Meteorological Organization. [↑](#)
27. Idso, C. (2013). *The Positive Externalities of Carbon Dioxide: Estimating the Monetary Benefits of Rising Atmospheric CO2 Concentrations on Global Food production*. Center for the study of Carbon Dioxide and Global Change. [↑](#)
28. AR6, p 1007 [↑](#)

Link:

<https://andymaypetrophysicist.com/2023/04/26/the-mysterious-ar6-ecs-part-3-what-is-climate-sensitivity/>

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