

Ist die *Arktische Amplifikation* lediglich ein Fehler bei der Mittelbildung?

geschrieben von Chris Frey | 22. April 2025

[Kip Hansen](#)

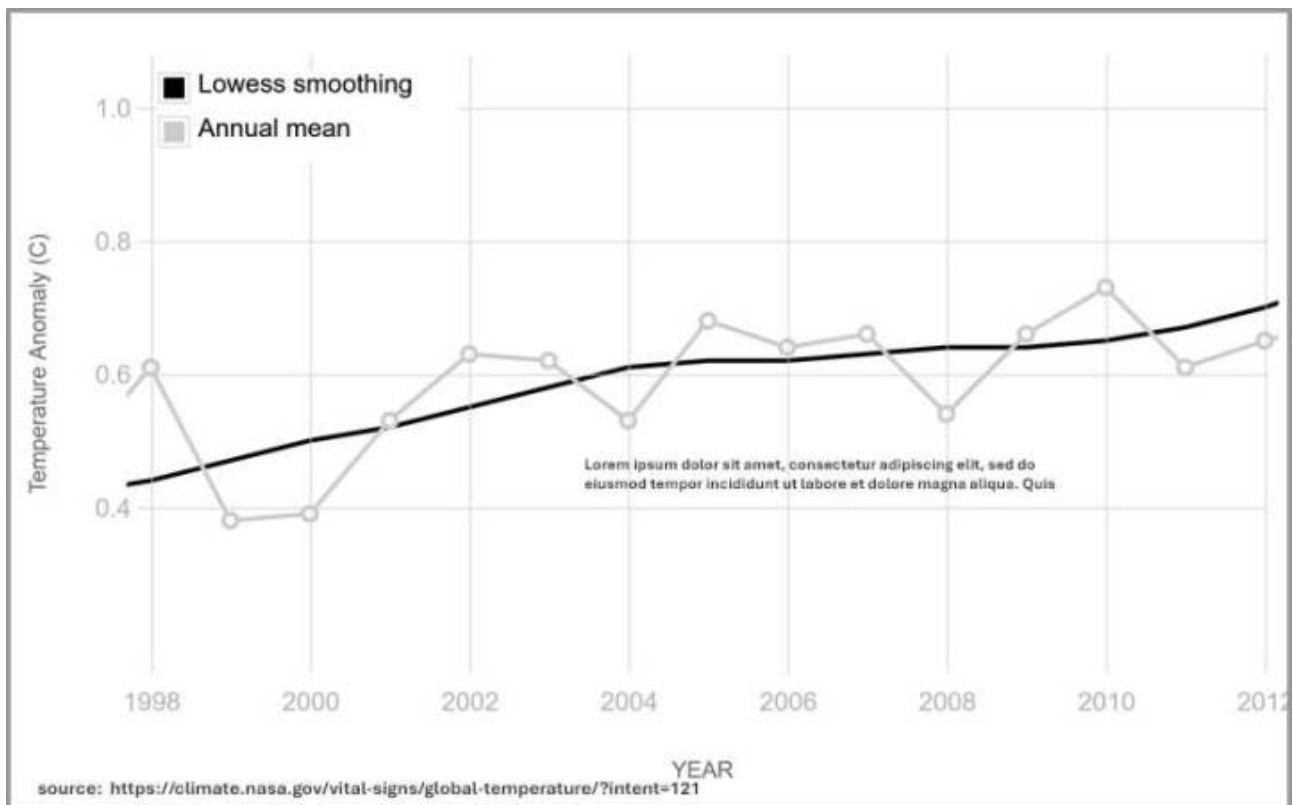
[Alle Hervorhebungen im Original]

Bei der Durchsicht eines meiner früheren Aufsätze fand ich eine Notiz, die auf eine sehr interessante Fachzeitschrift hinwies, deren Ergebnisse eine wichtige Frage aufwarfen. Die [Arbeit](#) ist nicht neu, sie ist fast ein Jahrzehnt alt: „Spatiotemporal Divergence of the Warming Hiatus over Land Based on Different Definitions of Mean Temperature“; Zhou & Wang (2016) [etwa: Räumliche und zeitliche Divergenz der Erwärmungspause über Land auf der Grundlage unterschiedlicher Definitionen der mittleren Temperatur; pdf [hier](#)].

Die Studie befasste sich mit diesem Thema, wie in der Einleitung erwähnt:

„Trotz des anhaltenden Anstiegs der atmosphärischen Treibhausgase ist die globale mittlere Temperatur (GMST) relativ konstant geblieben und hat im mittleren und östlichen Pazifik seit 1983 sogar abgenommen. Dieser Abkühlungstrend wird als globale [„Erwärmungslücke“](#) bezeichnet.“

In dieser Grafik können wir sehen, worüber sie besorgt waren:



Das ist nicht das Thema, das ich in diesem Aufsatz diskutiere, aber ich stütze mich auf die gleiche Studie von Zhou und Wang.

In ihrer Diskussion sagen Zhou und Wang Folgendes:

„Die meisten der vorhandenen Studien basierten auf globalen Analysen von T_a [an anderer Stelle als $T_{avg} - kh$ bezeichnet], einschließlich derjenigen, die von mehreren Gruppen durchgeführt wurden, wie dem National Oceanic and Atmospheric Administration's (NOAA) National Climatic Data Center (NCDC) mit dem Global Historical Climatology Network (GHCN), dem Goddard Institute for Space Studies (GISS) und einer gemeinsamen Forschung zwischen dem Met Office Hadley Center und der University of East Anglia Climate Research Unit with Temperature, Version 4 (CRUTEM4). Alle von den vorgenannten Gruppen durchgeführten globalen Temperaturanalysen zur Erkennung und Zuordnung des Klimas über Land stützten sich stark auf T_2 “.

T_2 ist definiert als „Durchschnitt der täglichen Mindest- und Höchsttemperaturen“. Um das klarzustellen: **Praktisch alle globalen Temperaturanalysen stützen sich auf diese Metrik T_2** [manchmal auch T_{avg} genannt].

Eine Alternative zu T_2 ist T_{24} – „ T_{24} wurde aus dem Integral [d.h. dem arithmetischen Mittel – kh] der kontinuierlichen Temperaturmessungen berechnet, d.h. aus 24 stündlichen Temperaturmessungen von Mitternacht bis Mitternacht Ortszeit.“

Die Autoren finden Folgendes:

„Die Erwärmungsraten von T_2 und T_{24} unterscheiden sich jedoch auf regionaler und saisonaler Ebene erheblich, da T_2 die Lufttemperatur nur zweimal täglich misst und die Schwankungen zwischen Land und Atmosphäre sowie die einfallende Strahlung im Tageszyklus der Temperatur nicht genau abbilden kann.“

Es wurde festgestellt, dass die Erwärmungsraten regional und saisonal signifikant unterschiedlich sind, und zwar auf der Grundlage des **Verfahrens** zur Bestimmung der **täglichen Durchschnittstemperatur** für jede Wetterstation, die dann durch irgendwelche Prozesse zu einer Metrik namens Globale Mittlere Temperatur (viele verschiedene Versionen: Land, Land und Meer, verschiedene Gitternetze usw.) oder einer ihrer regionalen Geschwister vermennt wird.

Regelmäßige Leser werden sich daran erinnern, dass ich bereits erwähnt habe, dass T_{avg} (in diesem Beitrag T_2 genannt, weil es sich um die durchschnittliche Tagestemperatur handelt, die durch Mittelung von nur zwei Temperaturen, dem Tageshöchstwert T_{max} und dem Tagestiefstwert T_{min} , ermittelt wird) nicht wirklich die tägliche Durchschnittstemperatur ist. Genau genommen handelt es sich um die Tagesmitteltemperatur (wenn man davon ausgeht, dass der verfügbare Datensatz nur die beiden Werte Max {Höchstwert} und Min {Tiefstwert} enthält) oder um den „Mittelwert der Höchst- und Tiefstwerte des Tages“ – beides ist kein richtiger Durchschnitt der Temperaturen an einem Ort (z. B. einer Wetterstation) für einen Zeitraum von 24 Stunden.

Zhou und Wang stellen richtigerweise fest, dass T_2 oder T_{avg} „die Schwankungen zwischen Land und Atmosphäre und der einfallenden Strahlung im Tagesgang der Temperatur nicht genau wiedergeben können“.

Worin besteht also der Unterschied, den Zhou und Wang gefunden haben?

„Der Trend hat eine Standardabweichung von 0,43 °C/Dekade für T_2 und 0,41 °C/Dekade für T_{24} , und 0,38 °C/Dekade für ihre Trenddifferenz in $5^\circ \times 5^\circ$ -Gittern. Die Verwendung von T_2 verstärkt die regionalen Kontraste der Erwärmungsrate, d. h. die Unterschätzung des Trends in den USA und die Überschätzung in hohen Breiten durch T_2 .“

Das Verfahren zur Bestimmung der täglichen Durchschnittstemperaturen in allen großen GMST-Datensätzen war immer T_2 , vor allem um die Konsistenz mit älteren Aufzeichnungen zu wahren, die nur als T_{min} und T_{max} verfügbar sind.

Aus der Studie:

„Für einen globalen Durchschnitt (mit unvollständiger Abdeckung) hat T_2 einen bedeutenden Fehler des jährlichen Trends (0,027 °C/Dekade) in Bezug auf T_{24} (0,002 °C/Dekade) während des Zeitraums 1998-2013 (Tabelle 1).“

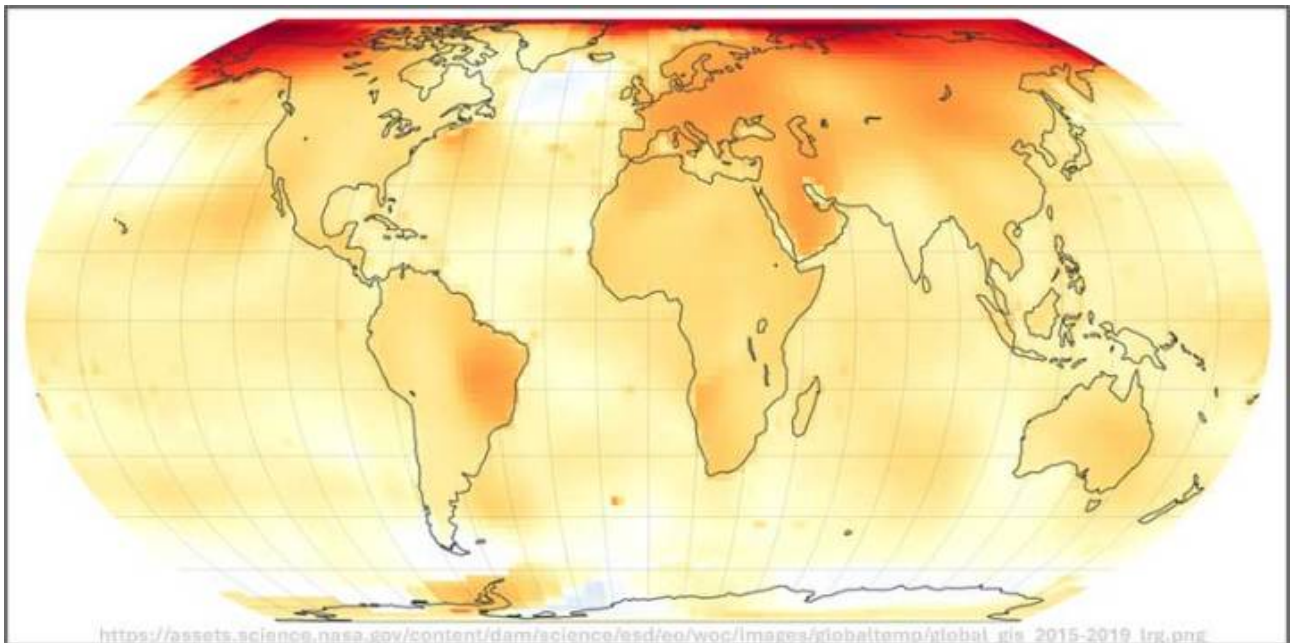
Das ergibt einen **Unterschied von 0,025°C/Dekade**.

Das mag nicht viel sein – aber in 50 Jahren sind das 0,125°C.

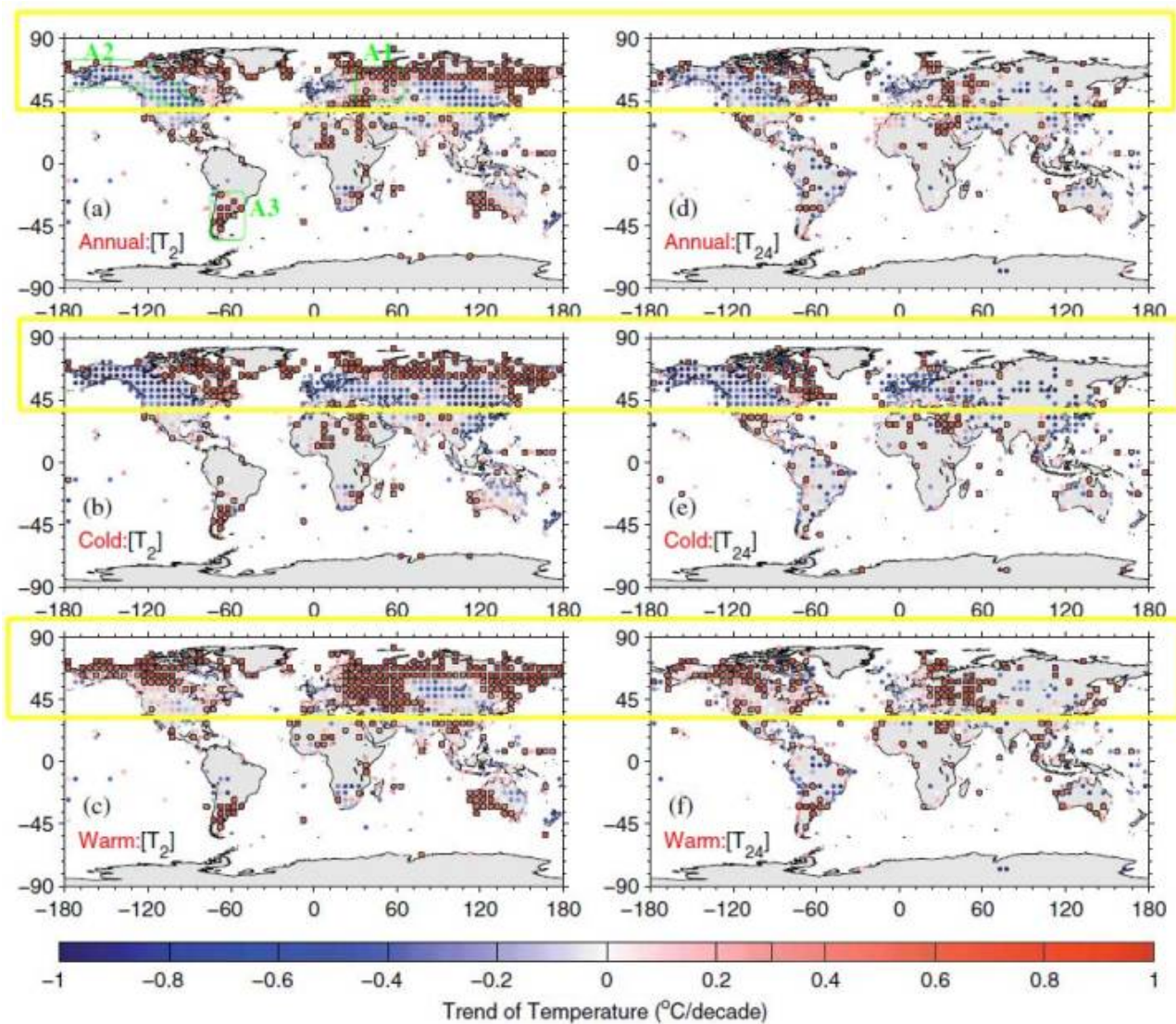
Zhou und Wang stellen jedoch fest, dass die Mittelungsmethode, die für die tägliche Durchschnittstemperatur und damit für alle GSMT(land) verwendet wird, für einige der scheinbar höheren Erwärmungsraten verantwortlich sein könnte, die in den GSMT(land)-Diagrammen der verschiedenen Gruppen zu sehen sind.

Sie stellen insbesondere fest, dass **„die Erwärmungsrate in hohen Breitengraden um T₂ überschätzt wird“**.

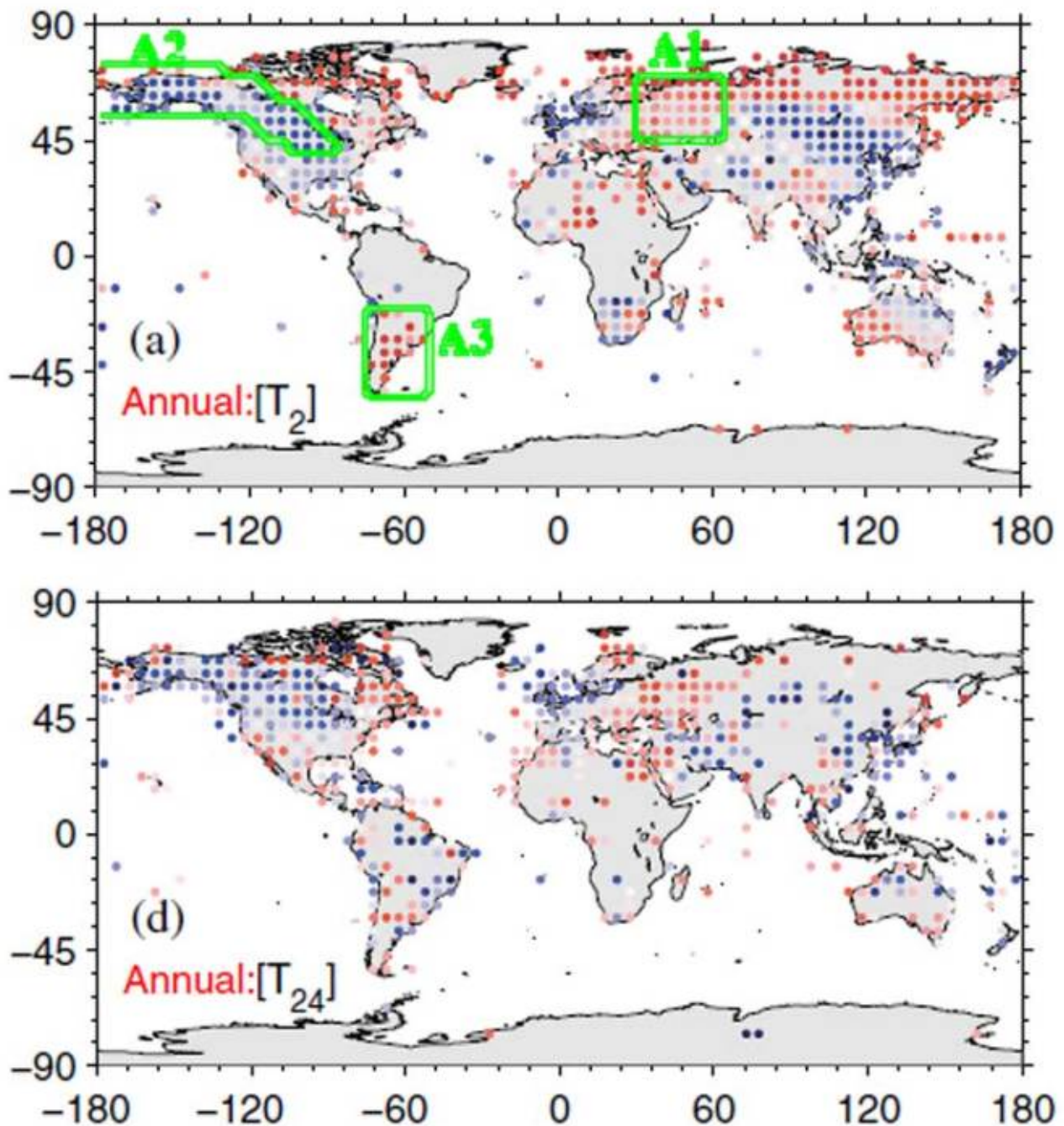
Folgendes sehen wir oft von der NASA:



Zhou und Wang fanden das hier:



Die obige Abbildung zeigt die Temperaturtrends pro Jahrzehnt, Erwärmung und Abkühlung durch farbige Punkte. Ich habe gelbe Kästchen um die höheren Breitengrade im Norden gesetzt. Die Verwendung von T_2 ist auf der linken Seite und T_{24} auf der rechten. Bei der Verwendung von T_{24} sind viel weniger rote Punkte zu sehen. Was fehlt, ist die große polare oder arktische Amplifikation. Bei Verwendung von T_{24} gibt es im Norden zwar auch Erwärmungspunkte, aber nicht annähernd so viele, wie in der folgenden Abbildung deutlich wird, die die jährlichen Trends unter T_2 und T_{24} zeigt.



Die grünen Kästen sind die von Zhou und Wang näher untersuchten Bereiche.

Und nun?

Ich weiß es nicht – was Sie oben sehen und was Sie in Zhou und Wang (2016) lesen, ist das, was Sie hier erhalten (in sehr verkürzter Form).

In dem durch den grünen Kasten A1 (Osteuropa) gekennzeichneten Gebiet erhöht die Verwendung von T_2 anstelle von T_{24} den dekadischen Trend um $0,14^\circ\text{C}$. Aber in A3, den höheren Breiten Südamerikas, beträgt der Anstieg des dekadischen Trends satte $0,53^\circ\text{C}$.

Unübersehbar ist jedoch die Tatsache, dass die Verwendung von $(T_{\min} +$

$T_{\max})/2$ [der Mittelwert zwischen dem Tageshöchstwert und dem Tagestiefstwert] als tägliche Durchschnittstemperaturen [T_{avg} oder T_2] für einzelne Stationen zu einer Vergrößerung des dekadischen Temperaturtrends zwischen 1998 und 2013 geführt hat; der globale dekadische Landtrend hat sich um $0,0125^\circ\text{C}/\text{Dekade}$ erhöht. Das ist nicht viel – aber für fünf Jahrzehnte ergibt das einen Anstieg der GMST(land) von $0,0625$, also sechs Hundertstel Grad C.

Und das ist schon **interessant**.

Aber noch interessanter ist, dass „der T_2 -Trend eine deutlich höhere Überschätzung in warmen Jahreszeiten (um $\sim 57\%$) als in kalten Jahreszeiten (um $\sim 3\%$) sowohl regional als auch global zeigt“. Und die **stark beschleunigte Erwärmung in den höchsten nördlichen Breiten wird stark reduziert, wenn die tägliche Durchschnittstemperatur unter Verwendung von T_{24} berechnet wird: „die kontinuierlichen Temperaturmessungen, d. h. 24 stündliche Temperaturmessungen von Mitternacht bis Mitternacht Ortszeit“.**

Unter dem Strich:

1. Methoden und Definitionen spielen eine Rolle und können unser Verständnis der behaupteten Änderungsraten der globalen Durchschnittstemperatur verändern. Wie in meiner [Serie](#) „The Laws of Averages“ (Die Gesetze des Durchschnitts) beschrieben, ergeben nicht alle Durchschnittswerte das gleiche Ergebnis oder die gleiche Bedeutung. Einige Durchschnittswerte [verschleiern](#) die physikalischen Fakten.

2. „...die Verwendung von T_2 kann den Temperaturtrend über den Globus und die Regionen hinweg verzerren“ und „die starke, schnellere Erwärmung in den höchsten nördlichen Breiten wird durch die Verwendung von T_{24} zur Berechnung des Erwärmungstrends stark reduziert“.

3. Zhou und Wang empfehlen die [Verwendung](#) der Integrated Surface Database-Hourly (ISD-H, [T_{24}]), die bei der NOAA erhältlich ist.

Kommentar des Autors:

Ich bin mir über die Auswirkungen von Zhou und Wang (2016) nicht ganz sicher, abgesehen von der Tatsache, dass ich in keinem der NOAA- und NASA-Materialien zur globalen Erwärmung/Klimawandel einen Hinweis darauf gesehen habe, dass diese wichtige Arbeit irgendeinen Unterschied in ihren Ansätzen zur Berechnung von Erwärmungstrends gemacht hat.

Zhou und Wang bestätigen diejenigen von uns, die gegen den T_2 -Ansatz bei den Tagestemperaturen gewettert haben, und machen Schluss mit dem Beharren einiger, dass „es keinen Unterschied macht“, weil „wir Trends“ oder ‚Anomalien‘ oder „Trends von Anomalien“ betrachten.

Bedeutet dies, dass die massive polare Verstärkung, die in allen Erwärmungskarten zu sehen ist – dieser dunkelrote Streifen über der

Nordhalbkugel – ein Artefakt der Mittelungsmethode ist?

Zumindest vielleicht... ein Teil davon.

Link:

<https://wattsupwiththat.com/2025/04/19/is-arctic-amplification-an-averaging-error/>

Übersetzt von Christian Freuer für das EIKE