

# Erwärmung in Vergangenheit und Gegenwart – eine Frage der zeitlichen Auflösung

geschrieben von Chris Frey | 2. April 2023

**Renee Hannon**

In diesem Beitrag wird untersucht, wie die derzeitigen globalen Temperaturen im Vergleich zu den letzten 12.000 Jahren während des Holozän-Interglazials sind. Im IPCC-Klimazustandsbericht [AR6](#), Climate Change 2021: The Physical Science Basis, von der Arbeitsgruppe 1 heißt es in der Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger, Abschnitt A.2.2:

*Die globale Temperatur ist seit 1970 schneller gestiegen als in jedem anderen 50-Jahres-Zeitraum der letzten 2000 Jahre (hohes Vertrauen). Die Temperaturen während des jüngsten Jahrzehnts (2011-2020) übersteigen die der letzten mehrhundertjährigen Warmzeit vor etwa 6500 Jahren [0,2°C bis 1°C im Vergleich zu 1850-1900] (mittleres Vertrauen). Davor war die nächstjüngere Warmzeit vor etwa 125.000 Jahren, als sich die Mehr-Jahrhundert-Temperatur [0,5°C bis 1,5°C im Vergleich zu 1850-1900] mit den Beobachtungen des jüngsten Jahrzehnts überschneidet (mittleres Vertrauen). – AR6*

## **Paläoklima-Proxydaten haben eine geringe zeitliche Auflösung.**

Der Vergleich von heutigen Instrumentaldaten mit der Vergangenheit ist keine leichte Aufgabe. Die Temperaturdaten des Holozäns und älter sind indirekte Messungen auf der Grundlage von Proxies. Wissenschaftler haben diese Proxydaten für die letzten 10.000 Jahre zusammengestellt und umfassend analysiert. Die Datensätze enthalten Hunderte von Aufzeichnungen und umfassen Proxydaten von Land, Meer, See und Gletschereis, um nur einige zu nennen.

Leider sind die Proxydaten für Seen und Meere aufgrund von Sedimentvermischungen und unsicherer Alterskontrolle geglättet. Die Glättung von Proxydaten für das Paläoklima ist auch auf die Mittelwertbildung mehrerer Datentypen zurückzuführen, wodurch die dekadischen Daten mit höherer Frequenz zerstört werden (Kaufman und McKay, 2022). Daher sind die Proxydaten während des Holozäns bestenfalls mehrere Jahrhunderte alt und repräsentieren eine über ein paar hundert Jahre geglättete Durchschnittstemperatur.

Die obige Aussage des IPCC ist richtig, kann aber irreführend sein. Sie vergleicht dekadische Durchschnittstemperaturen mit durchschnittlichen Proxydaten aus mehreren Jahrhunderten. Um besser zu verstehen, wie die

heutigen Temperaturen im Vergleich zur Vergangenheit sind, kann man entweder vergangene Proxydaten dekonvolvieren oder die gegenwärtigen instrumentellen Temperaturen glätten, um einen Vergleich mit ähnlicher zeitlicher Auflösung zu erhalten.

Kaufman und McKay (2022) verfassten einen technischen Vermerk, in dem sie die gegenwärtigen und zukünftigen Temperaturen mehrerer Jahrhunderte mit denen der Vergangenheit verglichen. Sie verwendeten den Durchschnitt von Instrumentaldaten und AR6-Modellprojektionen, um die globalen Durchschnittstemperaturen von etwa 1 Grad Celsius während eines 200-jährigen Zeitraums von 1900 bis 2100 zu ermitteln (siehe Abbildung 1). Diese Durchschnittswerte umfassen 120 Jahre aktueller Instrumentaldaten und 80 Jahre zukünftiger Modellprojektionen. Die vorindustrielle Basislinie wird vom IPCC als die globale Durchschnittstemperatur zwischen 1850 und 1900 definiert.

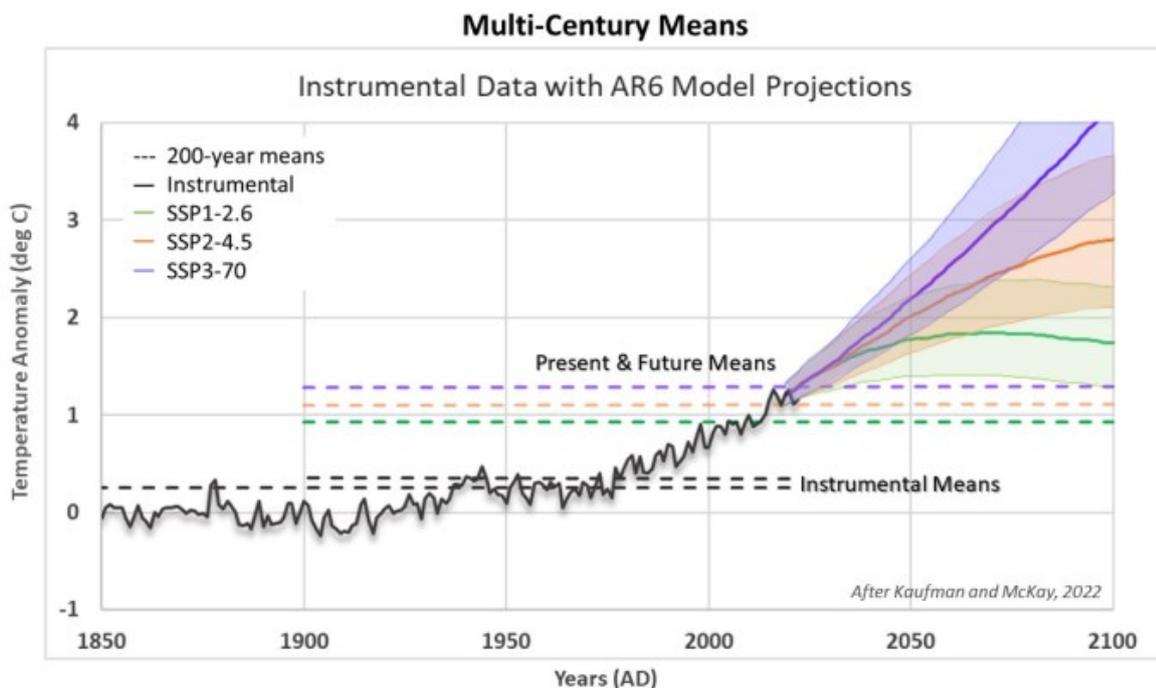


Abbildung 1. Die vom IPCC verwendete globale Oberflächentemperatur aus instrumentellen Daten besteht aus vier Datensätzen (Hadcrut, NOAA, Berkeley Earth, Kadow), die in Schwarz dargestellt sind (Trewin, 2022). Die globalen Temperaturprojektionen unter Verwendung von drei Emissionsszenarien (niedrig, mittel und hoch) aus dem AR6 sind ebenfalls dargestellt. Die Länge der gestrichelten Linie gibt den Zeitraum an, über den die Daten gemittelt wurden. Alle Datensätze wurden auf eine vorindustrielle Basislinie von 1850-1900 kalibriert. Nach Kaufman und McKay, 2022.

Instrumentelle Temperaturdaten gibt es seit 1850, also seit etwa 170 Jahren. Diese Daten kommen einer zweihundertjährigen Zeitskala sehr nahe. Es ist anzumerken, dass die HadCRUT-Instrumentaldaten aus der Zeit

vor 1950 aufgrund der geringeren Datenabdeckung und des stärkeren Rauschens als weniger hochwertig gelten (McLean, 2018). Da die IPCC-Wissenschaftler einfache Durchschnittswerte für den Vergleich mit der Vergangenheit verwenden, sollte die Mittelung instrumenteller Daten auch als gegenwärtiger Basisfall betrachtet werden. Unter Verwendung des instrumentellen Datensatzes des IPCC zeigt ein einfacher Durchschnitt für die letzten 170 Jahre eine globale Temperaturanomale von ganzen 0,3 Grad Celsius (Unsicherheitsbereich 0,1) über der vorindustriellen Basislinie, die in Abbildung 1 dargestellt ist.

Die Glättung der instrumentellen Temperatur während der letzten anderthalb Jahrhunderte ermöglicht einen genaueren Vergleich mit den geglätteten Proxydaten aus mehreren Jahrhunderten. Diese geglätteten instrumentellen Daten sind um 70 % niedriger als die 1 Grad Celsius, die sich aus den gegenwärtigen und zukünftigen Temperaturmittelwerten über einen Zeitraum von 200 Jahren ergeben. Die jährlichen globalen Instrumentaltemperaturen liegen seit etwa einem Jahrzehnt nur leicht bei oder über 1 Grad Celsius. Das ist nicht einmal annähernd ein Vergleich mit der Vergangenheit über mehrere Jahrhunderte hinweg.

### **Ein validerer Vergleich der Gegenwart mit der Vergangenheit**

Die Verwendung von Instrumentaldaten ohne Hinzunahme unsicherer Modellprojektionen für die Zukunft scheint ein besserer Weg zu sein, um die gegenwärtigen Temperaturen mit der Vergangenheit zu vergleichen. Niemand weiß, wie genau die Modellprojektionen sind, vor allem wenn man bedenkt, dass die beobachteten Temperaturen und die Proxydaten der Vergangenheit nicht übereinstimmen. Ein geglätteter instrumenteller Mittelwert zum Vergleich mit der Vergangenheit fehlt im AR6-Bericht und wurde vom IPCC nie festgelegt, erwähnt oder anerkannt. Abbildung 2 zeigt den 170-jährigen instrumentellen Temperaturdurchschnitt (kleines schwarzes Quadrat) im Vergleich zu vergangenen Proxydaten während des Holozäns.

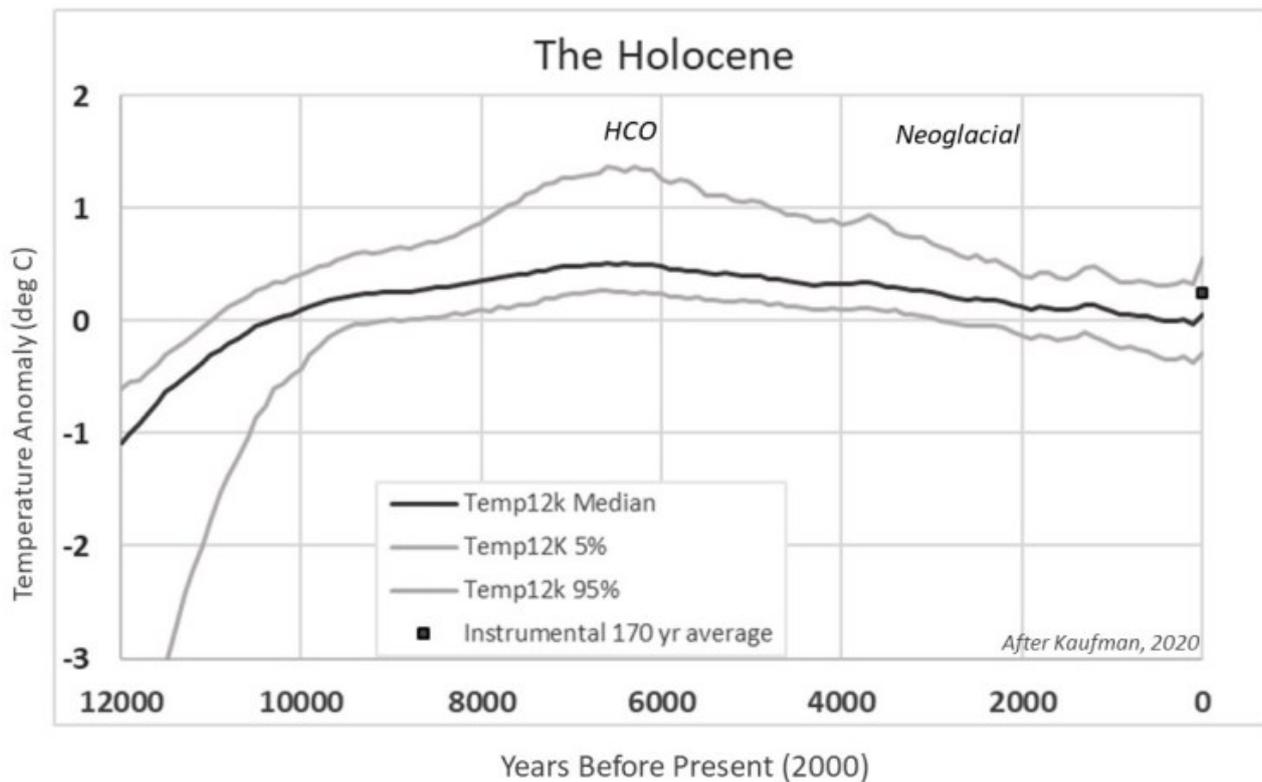


Abbildung 2: Jahrtausendealte globale Temperaturbereiche aus Proxydaten über das Holozän. Temperatur 12k-Daten von Kaufman, 2020. Die Daten sind auf eine vorindustrielle Basislinie von 1850-1900 kalibriert. Instrumentelle Daten repräsentieren weniger als 1,5 % der letzten 12 000 Jahre.

Das holozäne Klimaoptimum (HCO) fand vor 6000-7000 Jahren statt, wobei das wärmste 200-Jahres-Intervall auf 0,7 Grad Celsius geschätzt wird, mit einem Unsicherheitsbereich von 0,3 bis 1,8 Grad Celsius, wie aus den von Kaufman (2020) zusammengestellten umfangreichen Proxydaten hervorgeht. Eine frühere Proxy-Studie von Marcott (2013) zeigt einen HCO-Temperaturmittelwert von 0,8 °C mit einer Zwei-Standard-Abweichung von 0,3 über der vorindustriellen Periode. Marcott bestätigt auch, dass die Proxy-Aufzeichnungen die hundertjährige Variabilität vollständig entfernen, und dass in seiner Rekonstruktion keine Variabilität in Zeiträumen von weniger als 300 Jahren erhalten bleibt. Andy May hat hier ebenfalls eine globale Rekonstruktion des Holozäns anhand von Proxydaten durchgeführt. Seine Rekonstruktion zeigt eine HCO von 0,85 Grad Celsius über der vorindustriellen Basislinie und über 1 Grad Celsius wärmer als in der kältesten Zeit der Kleinen Eiszeit. Abbildung 3 zeigt den 170-jährigen instrumentellen Temperaturdurchschnitt im Vergleich zur HCO-Temperatur dieser Rekonstruktionen.

Chemische, biologische und physikalische Daten sprechen für eine wärmere holozäne Vergangenheit. Ein Klimaoptimum in der Mitte des Holozäns wird durch Pollenaufzeichnungen gestützt, die eine ausgedehnte Gras- und Strauchvegetation in der afrikanischen Sahara, eine zunehmende Bedeckung mit gemäßigten Wäldern in den mittleren Breiten der nördlichen

Hemisphäre und boreale Wälder anstelle von Tundra in der Arktis zeigen (Thompson, 2022). Die Schwankungen der Gletscher und Eiskappen, die bei Untersuchungen von Seen in der Arktis festgestellt wurden, waren während des frühen und mittleren Holozäns geringer als heute oder gar nicht vorhanden (Larocca, 2022). Sowohl Javier Vinos (2022) als auch Kaufman (2023) erörtern ausführlich die empirischen Belege für eine wärmere Vergangenheit in der Mitte des Holozäns in verschiedenen Breitengraden.

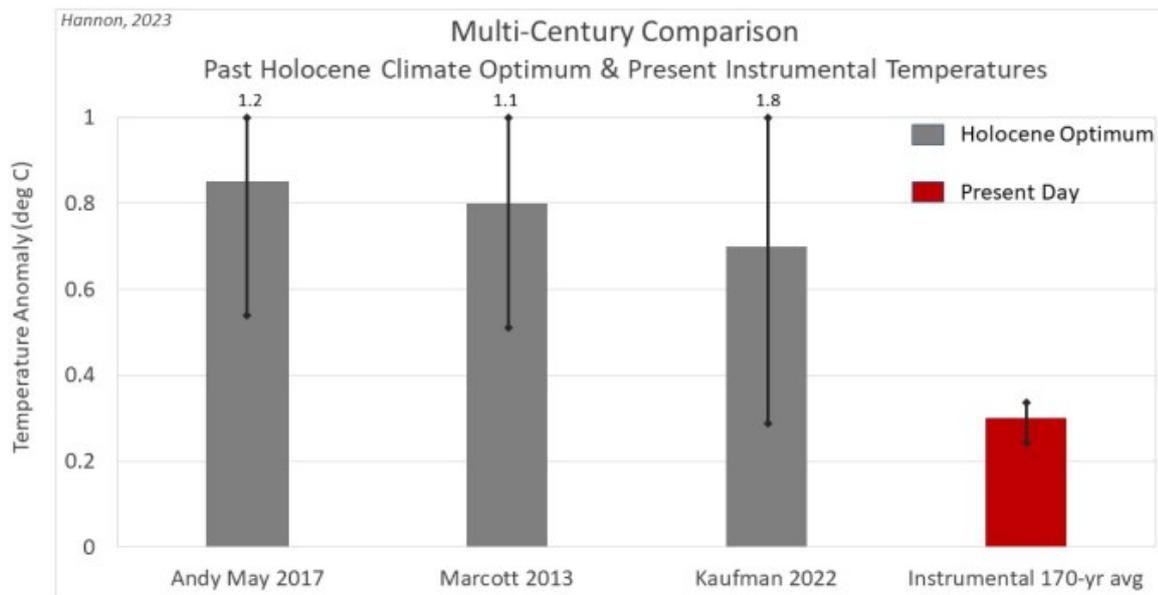


Abbildung 3: Histogramm der Proxy-Temperaturrekonstruktionen in Grau, das die höchste Temperatur des Holozäns im Vergleich zum mehrhundertjährigen Durchschnitt der Instrumentaldaten in Rot zeigt. Fehlerbalken werden durch die schwarze Linie dargestellt. Alle Temperaturdeltas stammen aus dem vorindustriellen Zeitraum 1850-1900. Klimamodelldaten sind nicht enthalten.

Selbst der IPCC stellt fest, dass die Temperaturen vor etwa 6500 Jahren um 0,2 °C bis 1 °C höher lagen als in der vorindustriellen Periode von 1850 bis 1900. Daher ist die gegenwärtige globale Temperatur im 170-Jahres-Durchschnitt meist niedriger als während des vergangenen holozänen Klimaoptimums vor 6500 Jahren. Tatsächlich liegt die gegenwärtige Durchschnittstemperatur bei einer der Rekonstruktionen nur knapp unter der 5%-Fehlergrenze und knapp über dem IPCC-Mindestbereich.

In der technischen Begründung des IPCC kommen Kaufman und McKay 2022 zu dem Schluss, dass die jüngste globale Erwärmung plus die modellierte künftige Erwärmung ein Niveau erreicht, das seit mehr als 100.000 Jahren beispiellos ist. Meine Betonung liegt auf dem Wort „plus“. Ohne Berücksichtigung der zukünftigen modellierten Temperaturen übersteigt die gegenwärtige instrumentelle Temperatur, gemittelt über 170 Jahre,

nicht den wärmsten Zeitraum des Holozäns, der auf der Grundlage von Proxydaten ermittelt wurde. Und sie kommt nicht einmal in die Nähe der letzten Zwischeneiszeit, als die Temperaturen über mehrere Jahrhunderte hinweg fast 1,5 Grad Celsius höher waren als in der vorindustriellen Periode. Wenn, was sehr unwahrscheinlich ist, die Klimamodelle als verlässlich gelten, dann könnten die gegenwärtigen globalen Temperaturen in 80 bis 100 Jahren vielleicht so hoch sein wie im vergangenen holozänen Klimaoptimum.

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

Link:

<https://andymaypetrophysicist.com/2023/03/29/past-and-present-warming-a-temporal-resolution-issue/>

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