



# Klimawandel Einflussfaktoren und Ausprägungen



## Bestimmung der aktuellen Klimaerwärmung für Österreich

**Autor:innen:** Barbara Chimani, Roland Koch, Anna-Maria Tilg, Manfred Ganekind, Daniel Günther, Anna Rohrböck, Vanessa Seitner, Marion Greiling, Marc Olefs (GeoSphere Austria)

**begutachtet von:** Wolfgang Gurgiser (Universität Innsbruck), Leopold Haimberger (Universität Wien)

### Hauptaussagen

- Neuesten Analysen zufolge ist die Jahresmitteltemperatur bis zum Jahr 2023 in Österreich seit der vorindustriellen Zeit (1850-1900) um 2,9 °C gestiegen.
- Der LOESS-Filter ist ein statistisches Verfahren, das international bereits breite Verwendung für die Beschreibung der Temperaturentwicklung findet.
- SOCRATES ist eine robuste flächige Datengrundlage, die hochaufgelöste räumliche Informationen mit langjährigen Temperaturmessungen österreichischer Stationen bis zurück ins Jahr 1781 kombiniert.

Die Analyse der GeoSphere Austria zeigt, dass sich die Lufttemperatur in Österreich seit vorindustrieller Zeit (1851-1900) bis zum Jahr 2023 um 2,9 °C erwärmt hat. Das sind 0,9 °C mehr als der bisher kommunizierte Wert von 2,0 °C [1] (Differenz der Mittelwerte für den international bisher gebräuchlichen 30-jährigen Referenzzeitraum 1991-2020 und der vorindustriellen Periode 1850-1900). Der neue, höhere Wert basiert auf dem in der Fachwelt anerkannten LOESS Filter, welcher deutlich besser geeignet ist, die tatsächliche nicht-lineare Dynamik der Erwärmung sowohl in Österreich als auch global zu erfassen.

Zur Beschreibung des aktuellen Klimazustands im Zusammenhang mit der Erderwärmung seit vorindustrieller Zeit können unterschiedliche Berechnungsverfahren herangezogen werden. Vom Weltklimarat (IPCC<sup>1</sup>) [2] wird dafür das jüngste gemessene dekadische Mittel als Referenz verwendet, bei Copernicus<sup>2</sup> werden unterschiedliche 30-jährige Perioden zum Vergleich herangezogen. Von der WMO<sup>3</sup> wird die Referenzperiode 1961-1990 als Bezugszeitraum

für langfristige Klimaänderungen empfohlen, während die jüngste 30-jährige Klimanormalperiode den jeweils aktuellen Klimazustand beschreibt [3].

Ein Verfahren mit dem mittlerweile mehrere Wetterdienste (Einvernehmen zwischen KNMI – Niederlande, MeteoSchweiz und dem Deutschen Wetterdienst (DWD) diese Praxis zu übernehmen) die Temperaturentwicklung in ihren Ländern beschreiben, ist der LOESS Filter [4,5,6]. Der LOESS Filter ist ein statistisches Verfahren, das auf gewichteten, gleitenden Mittelwerten basiert. Im Randbereich verschiebt sich das Mittelungsintervall bei gleichbleibender Breite und die Gewichtung ist nicht mehr symmetrisch. Der aktuelle, starke Temperaturanstieg kann mit dem LOESS Filter gut beschrieben werden. Im Falle der Bestimmung des Klimaänderungssignals fiel die Wahl der Filterbreite auf 42 Jahre, weil damit ein 30-jähriges Temperaturmittel, das um das aktuelle Jahr zentriert ist, recht gut angenähert wird, wie Abbildung 1 anhand der Österreichischen Jahresmitteltemperatur über die gesamte Länge der SOCRATES [9]-Zeitreihe zeigt. Führen Klimaschutzmaßnahmen in Zukunft zu einer Reduktion des aktuellen, starken Trends der Temperaturkurve, ist durch den LOESS-Filter von einer ähnlich guten Qualität wie in der Vergangenheit auszugehen (Abbildung 1).

Abbildung 1: Dargestellt ist die Differenz [°C] zwischen dem arithmetischen 30-jährigen Mittel (zentriert um das entsprechende Jahr) und des Wertes des LOESS Filters für dieses Jahr (wenn das Jahr dem Ende der Zeitreihe entspräche) für die Zeitreihe der Jahresmitteltemperatur in Österreich für den Zeitraum 1893-2006. Datengrundlage: SOCRATES [9] Datensatz.

Loess minus zentriertes 30jähriges Mittel



<sup>1</sup> Intergovernmental Panel on Climate Change

<sup>2</sup> <https://atlas.climate.copernicus.eu/atlas>

<sup>3</sup> [WMO - World Meteorological Organization](https://www.wmo.int/)

Um ein Klimaänderungssignal im Vergleich zu einer vorindustriellen Periode bestimmen zu können, ist es notwendig, einen ausreichend langen und hochqualitativen Datensatz zur Verfügung zu haben. In Österreich sind mit HISTALP [7] und SPARTACUS [8] Datensätze vorhanden, die sowohl einen langen Zeitraum (HISTALP) als auch eine hohe räumliche Auflösung (SPARTACUS) aufweisen. Im Jahr 2023 wurde daraus der Datensatz SOCRATES [9] entwickelt. Dieser Datensatz basiert auf einer konstanten Anzahl an HISTALP-Stationen in Kombination mit hochaufgelösten räumlichen Strukturen von SPARTACUS. Damit wurde hinsichtlich zeitlicher Abdeckung und räumlicher Auflösung ein sehr konsistenter Datensatz geschaffen. Die frühesten Temperaturfelder liegen ab 1781 vor. Weitere Zeitperioden mit jeweils konstanter Stationsanzahl sind ebenfalls verfügbar. Für die Bestimmung der Temperaturänderung seit vorindustrieller Zeit wird jene SOCRATES-Variante verwendet, in die für Österreich 13 HISTALP-Stationen eingehen, deren Messdaten zumindest zwischen 1851 und 1855 starten. Gleichviele Stationen gehen auch von den Nachbarländern ein (in weiterer Folge als „Stationsset\_1851“ bezeichnet). Als Temperatur-Referenzwert der vorindustriellen Periode kann somit der Mittelwert des SOCRATES Datensatzes im Zeitraum 1851-1900 verwendet werden (Abbildung 2).

Die LOESS-Kurve für die Jahresmitteltemperatur Österreichs (Abbildung 2) zeigt einen schwachen Aufwärtstrend

am Beginn der Zeitreihe bis ungefähr 1870. Nach etwa einem Jahrzehnt mit leicht fallendem Trend folgt ab Mitte der 1880-er Jahre ein langfristiger, moderater Trendanstieg bis in die 1950-er Jahre. Nach einer kurzen und sehr schwach ausgeprägten Trendumkehr um 1960 setzt in den 1970er Jahren ein bis dahin beispiellos steiler Anstieg der Temperatur ein, der bis heute andauert.

Der aktuelle (bis zum Jahr 2023) Wert der LOESS-Kurve entspricht einem Temperaturanstieg von  $2,9 \pm 0,2$  °C seit der vorindustriellen Periode 1851-1900. Dieser Wert ist damit um circa 1 °C höher als die Abweichung vom Mittelwert der aktuellsten 30-jährigen Periode oder vom Mittelwert der Klimanormalperiode 1991-2020.

Hier zeigt sich der Vorteil des LOESS-Verfahrens, das einerseits im Jahr 2005 (Mitte der aktuellen Klimanormalperiode) das Klimamittel (1.9 °C) gut wiedergibt, andererseits aber auch die rasche Temperaturänderung innerhalb der 30 Jahre berücksichtigt und so eine robuste Schätzung für die aktuelle Temperaturerhöhung zulässt, deren Schätzwert im Jahr 2023 eben die 2.9 °C ergibt.

Aktuell sind an der GeoSphere Austria die Einrichtung von regelmäßigen Updates des SOCRATES-Temperaturdatensatzes und in den nächsten Jahren auch eine Weiterentwicklung von SOCRATES für die Parameter Niederschlag und Sonnenscheindauer geplant.

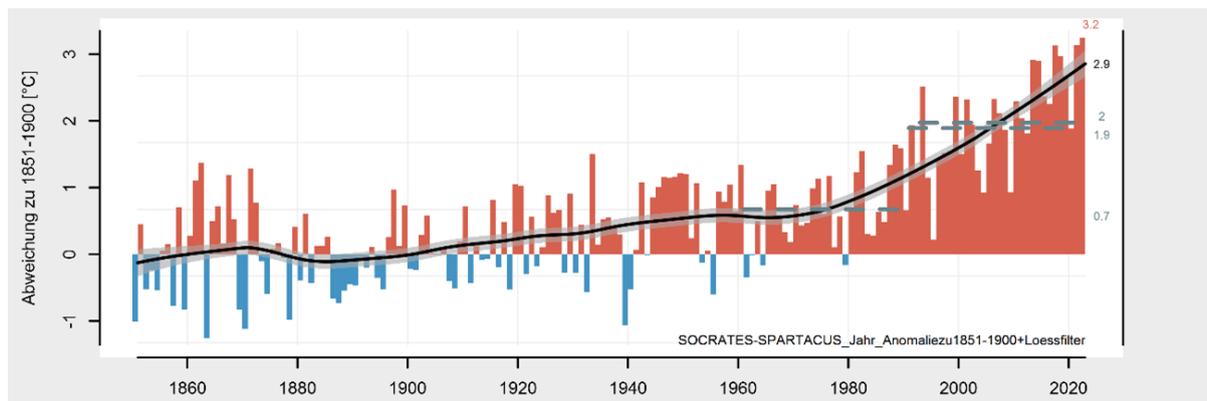


Abbildung 2: Jährliche Abweichungen der Jahresmitteltemperatur im Vergleich zur vorindustriellen Periode (1851-1900) basierend auf dem SOCRATES Datensatz (Stationsset\_1851, 1851-2020) und SPARTACUS (2021-2023) für Österreich (rote und blaue Balken). Blaugrau strichliert sind die Mittelwerte der Klimanormalperioden 1961-1990, 1991-2020 und der letzten 30 Jahre eingezeichnet. Die Werte sind zudem am rechten Rand angegeben. In rot ist die Abweichung des aktuellsten Jahres 2023 angeführt. Die schwarz durchgezogene Linie zeigt den LOESS Filter, in hellgrau ist der Unsicherheitsbereich hinterlegt. Der aktuellste Wert ist ebenfalls in schwarz angegeben. Alle Angaben in °C.

## Referenzen

- [1] Chimani B., Ganekind M., Olefs M., 2021: Fact Sheet Nr. 35 - Temperaturentwicklung in Österreich im globalen Kontext, Hrsg. CCCA, [https://ccca.ac.at/fileadmin/00\\_DokumenteHauptmenue/02\\_Klimawissen/FactSheets/35\\_temperaturentwicklung\\_in\\_oesterreich\\_202110.pdf](https://ccca.ac.at/fileadmin/00_DokumenteHauptmenue/02_Klimawissen/FactSheets/35_temperaturentwicklung_in_oesterreich_202110.pdf) (abgerufen am 26.09.2024). [2] Gulev, S.K. et al. 2021: Changing State of the Climate System. – In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. DOI:10.1017/9781009157896.004. [3] WMO, 2015. Seventeenth World Meteorological Congress (No. WMO-No 1157). World 990 Meteorological Organization, Geneva. [4] LOESS: Locally estimated scatterplot smoothing, Cleveland, W.S. (1979). Robust Locally Weighted Regression and Smoothing Scatterplots. Journal of the American Statistical Association, Vol. 74, pp. 829-836. [5] De Valk, C.F., 2020: Standard method for determining a climatological trend, Technical report; TR-389, De Bilt. [6] Scherrer S., Begert M., Croci-Maspoli M., 2023: Eine neue Beschreibung des Klimaverlaufs und Bestimmung des aktuellen Klimazustands, Fachbericht MeteoSchweiz, 285, 24pp, doi: 10.18751/PMCH/TR/285.KlimaVerlauf/1.0. [7] Auer I. et al., 2007: HISTALP – historical instrumental climatological surface time series of the Greater Alpine Region, International Journal of Climatology, 27,17-46, DOI: 10.1002/joc.1377. [8] Hiebl J., Frei C., 2015: Daily temperature grids for Austria since 1961 – concept, creation and applicability, Theoretical and Applied Climatology, 124,161-178, <https://link.springer.com/article/10.1007/s00704-015-1411-4>. [9] Rohrböck A., Hiebl J., Isotta F., Tilg A-M., 2024: Reconstruction of long-term consistent air temperature grids for Austria back to 1781, EMS Annual Meeting Abstracts, Vol.21, EMS20024-411, <https://meetingorganizer.copernicus.org/EMS2024/EMS2024-411.html>

Impressum  
CCCA

Dänenstraße: 4  
A-1190 Wien  
ZVR: 664173679

[servicezentrum@ccca.ac.at](mailto:servicezentrum@ccca.ac.at)

[www.ccca.ac.at](http://www.ccca.ac.at)

Stand: Dezember 2024  
ISSN 2410-096X

