

Klimawandel Einflussfaktoren und Ausprägungen



Temperaturentwicklung in Österreich im globalen Kontext

Autor_innen: Barbara Chimani, Manfred Ganekind, Marc Olefs (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik - ZAMG)
begutachtet von: Andrea Steiner (Universität Graz), Herbert Formayer (Universität für Bodenkultur, Wien)

Hauptergebnisse

Die Erwärmung in Österreich von 2 °C im Vergleich zur vorindustriellen Periode (1850-1900) ist ca. doppelt so hoch wie global. Der unterschiedliche Verlauf der Temperaturkurven ist durch die geringere Erwärmung über dem Ozean sowie die Größe des betrachteten Gebietes bedingt. Ein weiterer Aspekt ist die gestiegene bodennahe solare Einstrahlung in Österreich.

Zur Illustration des Klimawandels wird oft der globale oder regionale Temperaturanstieg der letzten Jahrzehnte, herangezogen, da das Signal deutlich sichtbar und die Auswirkungen auch für jede(n) einzelne(n) deutlich spürbar sind (z. B. durch häufigere Hitzetage). Globale Klimaziele (wie das Pariser Klimaabkommen mit dem Ziel, die Erwärmung auf möglichst 1.5 °C im Vergleich zur vorindustriellen Periode (1850-1900) zu beschränken), beziehen sich auf eine mittlere globale Temperatur, die einen robusten Indikator darstellt. Daher ist der Vergleich der nationalen mit der globalen Temperaturkurve lohnend.

Betrachtet man den Verlauf der Temperaturzeitreihe von Österreich, so wurde der Schwellwert von 1.5 °C Erwärmung

bereits überschritten. Die Erwärmung der mittleren jährlichen Lufttemperatur im Tiefland Österreichs (entspricht in etwa dem Bereich unterhalb von 1500 m) [1] liegt aktuell (Mittel 1991-2020) bei 2 °C im Vergleich zur vorindustriellen Periode 1850-1900 und ist damit etwa doppelt so hoch wie global. Ein Großteil dieser Erwärmung fand in den letzten vier Dekaden seit 1980 mit einer Rate von fast 0,5 °C pro Dekade statt [1], [2], [3], [4].

Wie kommt es zu so deutlichen Unterschieden in der Temperaturentwicklung?

Die HISTALP Zeitreihe [2] basiert auf der Mittelung von 32 österreichischen Stationen. Da nicht alle Stationen ab 1850 im Einsatz waren, gibt es zu Beginn der Zeitreihe stärkere Schwankungen und mit der Zeit wird das räumliche Mittel robuster. Zwar sind 1850 nur von 7 der Stationen Werte verfügbar, aber schon 1880 gehen 21 Stationen in das Mittel ein und ab ca. 1900 sind die Meßwerte aller Stationen vorhanden. Diese Unterschiede in der Anzahl der verwendeten Stationen, hat aber kaum Einfluß auf den langfristigen Trend.

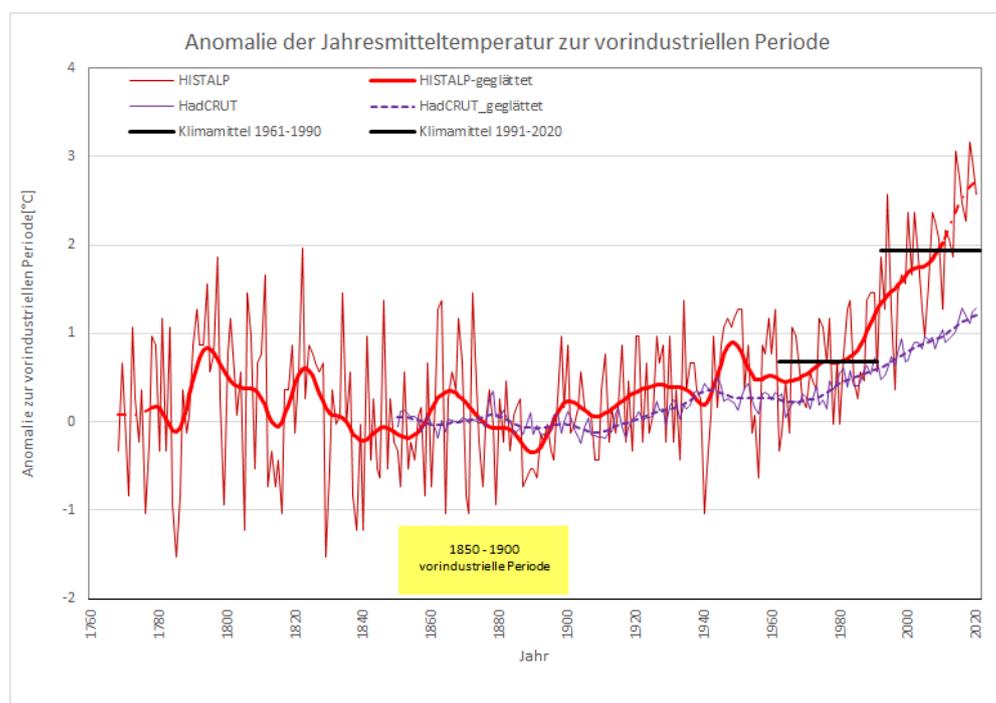


Abbildung 1: Zeitreihe der Temperaturabweichungen zum Klimamittel 1850-1900 (vorindustrielle Periode laut WMO/IPCC Definition) für Österreich (Tiefland, HISTALP) und global (aus HadCRUT 5.0.1.0, Morice et al 2021, <https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/temperature/>). Für die Glättung der Zeitreihen wurde ein Gaussfilter verwendet. schwarze Linien: Mittelwerte der Anomalien von 1961-1990 bzw. 1991-2020 (aktuellste Klimanormalperiode).

Die globalen Temperaturzeitreihen (HadCRUT5.0.1.0) basieren auf einem Ensemble von räumlich gegitterten Datensätzen. Dafür wurde der gegitterte Datensatz (HadSST.4.0.0.0, [5]) der Meeresoberflächentemperatur, basierend auf Messungen von Schiffen und Bojen, und der gegitterte Datensatz der Temperaturmessungen von meteorologischen Stationen an Land (CRUTEM.5.0.0.0.,[6]) und eine Information über Meereis aus HadISST.2.2.0.0 (Update von [7]) kombiniert.

Ein wesentlicher Punkt für die Erklärung der Erwärmungsdifferenzen ist die unterschiedlich rasche Erwärmung von Luft über Landmassen gegenüber Wassermassen [8]. Speziell über den Ozeanen ist die Erwärmung der Lufttemperatur deutlich geringer als über den Landmassen, da die Weltmeere viel Wärme aufnehmen [9] und in tiefere Schichten abführen können. Um das große Wasservolumen der Weltmeere zu erwärmen und damit auch die Luft über den Meeren, wird deutlich mehr Energie benötigt als für die Erwärmung der Landmassen. Ein weiterer Grund für die Unterschiede liegt in der Verdunstung. Verdunstung (also die Umwandlung von flüssigem Wasser in Wasserdampf) entzieht der Umgebung Wärme [10]. Während über den Meeren reichlich Wasserressourcen gegeben sind, und so die vorhandene Wärmeenergie in die Verdunstung fließt, ist die Wasserverfügbarkeit an Land geringer und die Energie fließt in die Erwärmung der Luft. Da Österreich mitten in Europa liegt sind hier maritime Einflüsse, die sich dämpfend auf die Temperaturentwicklung auswirken, bereits stark abgeschwächt. Es kommt daher zu einem deutlich stärkeren Temperaturanstieg. Diese unterschiedliche Erwärmung der Land- und Ozeanoberflächen ist in Abbildung 2 ersichtlich.

Der stärkere Temperaturanstieg in Österreich bzw. Zentraleuropas verglichen mit der globalen Temperaturkurve (s. o.) wird zusätzlich auch durch die gestiegene bodennahe solare Einstrahlung seit den 1980ern verstärkt [11]. Die genauen Gründe für diesen Anstieg der Einstrahlung sind noch Gegenstand aktueller Forschung. Diskutiert wird eine abnehmende Aerosolkonzentration in der Luft (global brightening [12]), abnehmende Wolkenbedeckung und eine Änderung der großräumigen atmosphärischen Zirkulation[1].

Neben Unterschieden im Trend weisen die Zeitreihen auch eine unterschiedliche Variabilität auf. Die Schwankungen in der nationalen Temperaturkurve sind deutlich größer als in der globalen. Hier wird der Einfluss des gemittelten Gebietes deutlich. Je größer das gemittelte Gebiet ist, desto mehr gleichen sich regionale Unterschiede aus und desto weniger sind kleinräumigere Schwankungen in der entsprechenden Zeitreihe zu sehen. Da die Variabilität nur geringen Einfluss auf einen Langzeittrend hat, jedoch kürzere Trends stark beeinflussen kann, muss bei Aussagen zum regionalen Trend auf eine ausreichende Länge der Zeitreihe geachtet werden.

Referenzen

- [1] APCC (2014) Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014 (AAR14). Austrian Panel on Climate Change (APCC), Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ÖAW), Wien, Österreich. http://www.austriaca.at/APCC_AAR2014.pdf
- [2] ZAMG (2021) HISTALP Langzeitklimareihen – Österreich: Jahresbericht 2020. http://www.zamg.ac.at/histalp/download/newsletter/HISTALP_AT_Jahresnewsletter_2020.pdf
- [3] Pröbstl-Haider, U., et al. (2020) TOURISMUS UND KLIMAWANDEL. SPRINGER.
- [4] Olefs, M., H. et al. (2021) „Past and future changes of the Austrian climate – Importance for tourism“. Journal of Outdoor Recreation and Tourism, in press, corrected proof. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2021.100395>
- [5] Kennedy, J. J., et al. (2019). An ensemble data set of sea-surface temperature change from 1850: The Met Office Hadley Centre HadSST.4.0.0.0 data set. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 124. <https://doi.org/10.1029/2018JD029867>
- [6] Osborn, T. J., et al. (2021). Land surface air temperature variations across the globe updated to 2019: The CRUTEM5 dataset. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 126, e2019JD032352. <https://doi.org/10.1029/2019JD032352>
- [7] Titchner, H. A., & Rayner, N. A. (2014). The Met Office Hadley Centre sea ice and sea surface temperature data set, version 2: 1. Sea ice concentrations. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 119, 2864– 2889. <https://doi.org/10.1002/2013JD020316>
- [8] ZAMG Klimainformationsportal, <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/klimavergangenheit/neoklima/lufttemperatur>
- [9] Schuckmann et al, 2020: Heat stored in the Earth system: Where does the energy go?. Earth System Science Data, 12,3,2013-2041, doi: 10.5194/essd-12-2013-2020, <https://essd.copernicus.org/articles/12/2013/2020/>
- [10] MeteoSchweiz-Blog, 2021: <https://www.meteoschweiz.admin.ch/home/aktuell/meteoschweiz-blog.subpage.html/de/data/blogs/2021/5/die-schweizer-temperaturentwicklung-im-globalen-ve.html>
- [11] Scherrer, S.C. & Begert, M. (2019) Effects of large-scale atmospheric flow and sunshine duration on the evolution of minimum and maximum temperature in Switzerland. Theoretical and Applied Climatology 138(1–2), 227–235. <https://doi.org/10.1007/s00704-019-02823-x>
- [12] Wild, M., 2009: Global dimming and brightening: A review. J. Geophys. Res. 114, D00D16, doi:10.1029/2008JD011470.

Jan–Dec Land & Ocean Temperature Trends Period: 1901–2020

Data Source: NOAA GlobalTemp v5.0.0–20210106

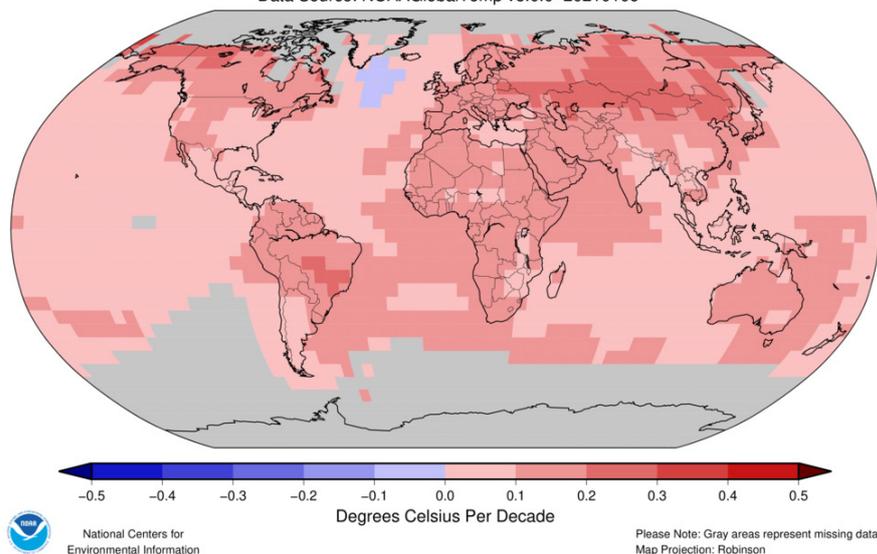


Abbildung 2: Erwärmungstrend pro Jahrzehnt ab 1901 (0,1 bedeutet daher eine durchschnittliche Erwärmung von 1 °C in 100 Jahren). Quelle: NOAA National Centers for Environmental Information, State of the Climate: Global Climate Report for 2020 (<https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/202013/supplemental/page-3>)

Impressum

CCCA

Servicezentrum servicezentrum@ccca.ac.at

Mozartgasse 12/1 www.ccca.ac.at

A-8010 Graz Stand: Oktober 2021

ZVR: 664173679

ISSN 2410-096X

