

Klimawandel und Entwicklung von Extremereignissen mit Fokus auf Trockenheit

Klaus Haslinger^{1*}

Eine Vielzahl an extremen Wetterereignissen hat in den letzten Jahren zu zahlreichen sozioökonomischen und ökologischen Schäden geführt. Die Kategorie Trockenheit und Dürre war dabei jene mit den höchsten Schadsummen, wobei der Sektor Landwirtschaft am stärksten betroffen war (Österreichische Hagelversicherung 2022). Dürre ist daher ein Phänomen welches in den letzten Jahren zusehends an Aufmerksamkeit gewonnen, und zum Teil ein neues Problembewusstsein geschaffen hat, auch in Bezug auf geänderte klimatische Bedingungen.

Im globalen Maßstab hat die bodennahe Lufttemperatur in den letzten 160 Jahren um ca. 1 °C zugenommen (IPCC 2021). Für Österreich und dem Großteil der europäischen Landmasse ist dieser Anstieg mit etwas mehr als 2 °C etwa doppelt so groß, wobei dieser vor allem in den letzten Jahrzehnten markant war (Abbildung 1).

Der Anstieg der Mitteltemperatur hat zum Teil Einfluss auf die Ausbildung von Extremereignissen im regionalen Kontext. Vor allem jene die direkt durch die Temperatur gesteuert sind, sind stark mit dem generellen Erwärmungstrend im Einklang. Hier sei vor allem die Zunahme an Hitzetagen (Chimani et al. 2016) bei gleichzeitiger Abnahme an Frosttagen zu nennen. Abgesehen von Änderungen der Temperaturextreme, zeigt sich auch ein Trend hin zu intensiveren Niederschlägen. Vor allem auf täglicher Skala ist diese Zunahme robust durch die Datenbasis abgebildet (Chimani et al. 2016), bei sub-tägliche Zeitskalen ist der Befund noch nicht eindeutig, wobei jedoch einige Analysen einen Trend nachweisen (Westra et al. 2014).

In Bezug auf Dürre ist die Attribution zum globalen Klimawandel weniger eindeutig. Im letzten Assessment Report des IPCC (IPCC 2021) ist nur in den Kategorien landwirtschaftliche Dürre (Bodenfeuchte) und ökologische Dürre (Vegetation) ein positiver Trend zu verzeichnen, für die Kategorien meteorologische und hydrologische Dürre zeigen sich keine eindeutigen Trends. Für Österreich lässt sich im Langfristkontext ein leicht negativer Trend in der Kategorie meteorologische Dürre, ausgedrückt durch den Index der klimatischen Wasserbilanz (Vicente-Serrano et al. 2010), erkennen (Abbildung 2). Vor allem seit der sehr feuchten Phase zu Beginn des 20. Jahrhunderts zeichnet sich ein negativer Trend ab. Die Bilanzgröße Niederschlag zeigt allerdings keine Änderung

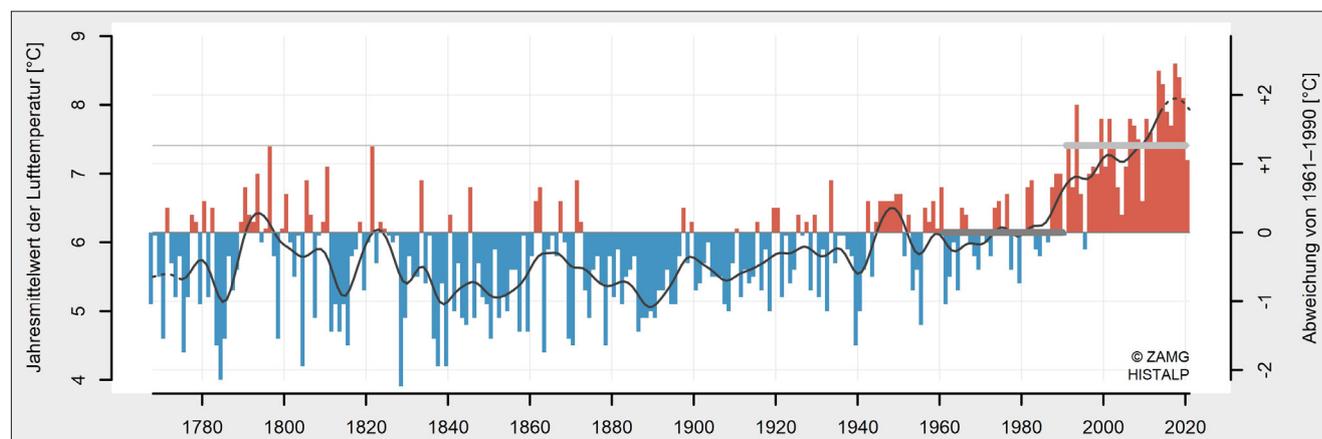


Abbildung 1: Anomalien der Jahresmitteltemperatur in Österreich in Bezug zum Mittel 1961-1990, farbige Balken: Jahreswerte, schwarze Linie: Gauß'scher Tiefpassfilter (20 Jahre); ZAMG 2022.

¹ Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), Abteilung Klimaforschung, Hohe Warte 38, A-1190 WIEN

* Ansprechpartner: Dr. Klaus Haslinger, email: klaus.haslinger@zamg.ac.at

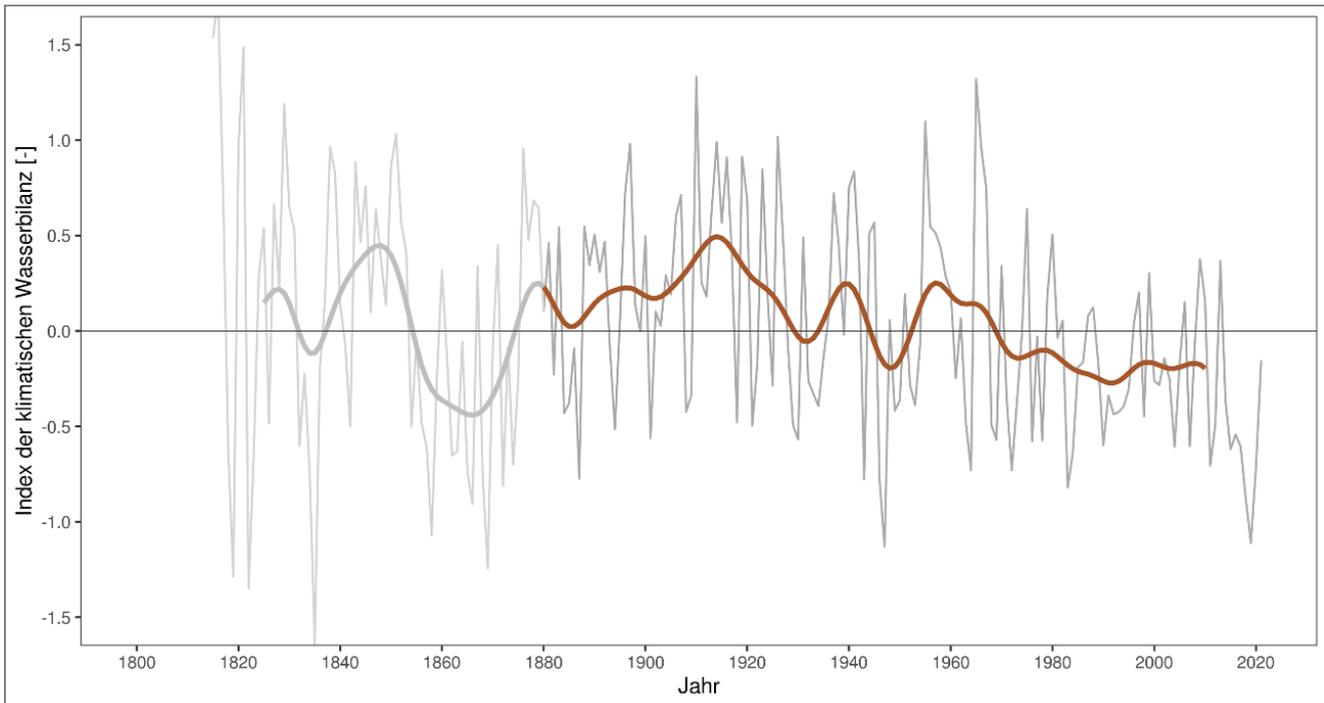


Abbildung 2: Index der klimatischen Wasserbilanz für Österreich, graue Linie: Jahreswerte, braune Linie: Gauß'scher Tiefpassfilter (20 Jahre); hellgrauer Bereich: geringere Dichte an Messstationen vor 1880. Datenquelle: HISTALP (www.zamg.ac.at/histalp), Darstellung: ZAMG.

über diesen Zeitraum (Brunetti et al. 2006). Demgegenüber ist ein eindeutiger positiver Trend in der potenziellen Evapotranspiration (PET) aufgrund steigender Temperaturen zu erkennen. Dieser ist auch für den leicht negativen Trend in der klimatischen Wasserbilanz verantwortlich. Änderungen der PET in den letzten 40 Jahren lassen sich in erster Linie durch einen Anstieg der Globalstrahlung (ca. 80% Anteil) und einen Anstieg der Lufttemperatur (ca. 20% Anteil) erklären, die relative Luftfeuchtigkeit und die mittlere Windgeschwindigkeit haben in diesem Zeitraum keinen signifikanten Einfluss auf die Änderungen der PET (Duethmann & Blöschl 2018).

Wie sich die Gefahr für Dürreereignisse in Zukunft gestalten wird, kann mit regionalisierten Klimaszenarien abgeschätzt werden, wobei unterschiedliche Emissionsszenarien zugrunde gelegt werden. Es werden meist drei Szenarien betrachtet, RCP8.5 („der fossile Weg“, mit weiterer Steigerung der Treibhausgasemissionen), RCP4.5 („der etablierte Weg“, mit der Umsetzung aktueller Klimaschutzbemühungen) und RCP2.6 („Paris Ziel“, mit einer baldigen und deutlichen Reduktion von Treibhausgasemissionen). Auswertungen der nationalen Klimaszenarien für Österreich (OEKS15, Chimani et al. 2016) zeigen je nach Szenario einen mittleren Temperaturanstieg von +1,2 bis +4,0 °C für den Zeitraum 2071-2100 im Vergleich zu 1971-2000. Änderungen der Jahresniederschlagssumme liegen zwischen +10 und +4%, wobei eine Verschiebung in den Jahreszeiten simuliert wird, mit einem Anstieg der Winter- und Frühjahrsniederschläge bei gleichbleibenden bis leicht abnehmenden Sommerniederschlägen.

Die mittlere klimatische Wasserbilanz in einer ganzjährigen Betrachtung wird bis Ende des 21. Jahrhunderts über alle Szenarien und über Österreich gemittelt leicht ansteigen (Haslinger et al. 2022). Ein durch eine weitere Temperaturzunahme induzierter Anstieg der PET wird dabei durch die allgemeine Zunahme der Jahresniederschlagssumme (über) kompensiert.

Bei der Betrachtung der Eintrittswahrscheinlichkeit für extreme Dürresituationen zeigt sich jedoch ein etwas differenzierteres Bild. In einer aktuellen Studie (Haslinger et al. 2022) wurde die Jährlichkeit des Dürreereignisses von 2003 abgeschätzt und danach

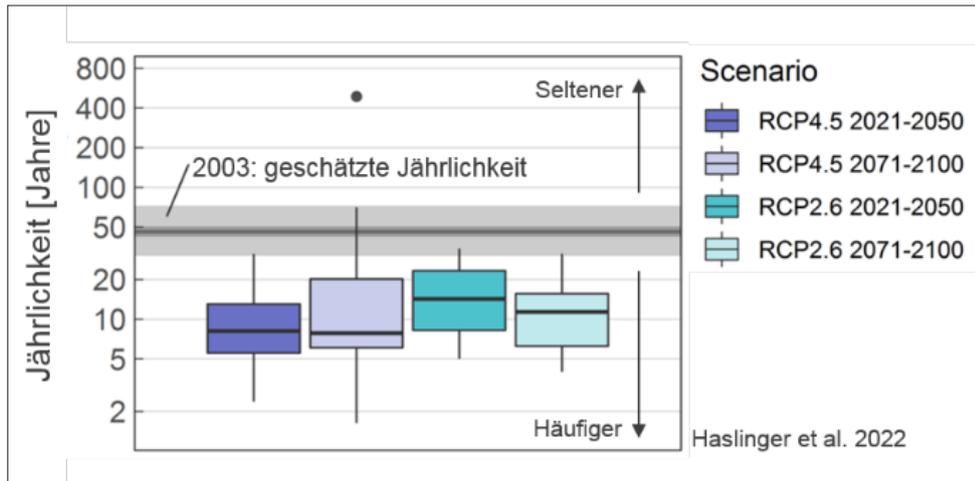


Abbildung 3: Änderung der Jährlichkeit eines Ereignisses von 2003 unter Annahme unterschiedlicher Emissionsszenarien (RCP4.5: blau, RCP2.6: türkis) und Zeiträumen (2021-2050: kräftig, 2071-2100: blass); grauer Balken: geschätzte Jährlichkeit des Ereignisses im Klima von 1981-2010; die Boxplots geben die Schwankungsbreite der Modellrealisationen wieder, der schwarze Balken zeigt den Median. (verändert nach Haslinger et al. 2022).

die Jährlichkeit des Ereignisses auf Basis der Klimaszenarien berechnet. Für die Vergangenheit wurde dabei für 2003 eine Jährlichkeit von ca. 50 Jahren ermittelt. Unter zukünftigen Klimabedingungen sinkt die Jährlichkeit deutlich und rangiert zwischen 8 und 15 Jahren im Ensemble Median über unterschiedlichen Zeiträumen und Emissionsszenarien (Abbildung 3). Die Ursache liegt in einem, durch den Klimawandel bedingten, Anstieg der Jahr-zu-Jahr Variabilität der saisonalen Niederschlagssummen (Ukkola et al. 2020). Mit einem Verbreitern der Wahrscheinlichkeitsdichte in Zukunft steigt somit zwingend auch die Wahrscheinlichkeit für extreme Ereignisse im Vergleich zur Vergangenheit. Dieser Umstand verdeutlicht, dass trotz im Mittel eher steigender Niederschläge die Gefahr für Dürreschäden zunimmt, und dass schon jetzt entsprechende Maßnahmen für eine verantwortungsvolle Nutzung der Ressource Wasser umzusetzen sind, um potentielle Nutzungskonflikte zu minimieren.

Literatur

Brunetti M., Maugeri M., Nanni T., Auer I., Böhm R., Schöner W. (2006) Precipitation variability and changes in the greater Alpine region over the 1800–2003 period. *Journal of Geophysical Research*, 111, D11107. <https://doi.org/10.1029/2005JD006674>.

Chimani B., Heinrich G., Hofstätter M., Kerschbaumer M., Kienberger S., Leuprecht A., Lexer A., Peßenteiner S., Poetsch M.S., Salzmann M., Spiekermann R., Switanek M., Truhetz H. (2016) Endbericht ÖKS15 - Klimaszenarien für Österreich - Daten - Methoden - Klimaanalyse. Projektbericht. <https://data.ccca.ac.at/dataset/a4ec86ca-eeae-4457-b0c7-78eed6b71c05>.

Duethmann D., Blöschl G. (2018) Why has catchment evaporation increased in the past 40 years? A data-based study in Austria. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 1–24. <https://doi.org/10.5194/hess-2018-129>.

Haslinger K., Schöner W., Abermann J., Laaha G., Andre K., Olefs M., Koch R. (2022) Contradictory signal in future surface water availability in Austria: Increase on average vs. higher probability of droughts [Preprint]. *Atmospheric, Meteorological and Climatological Hazards*. <https://doi.org/10.5194/egusphere-2022-191>.

IPCC (2021) Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, In press, doi:10.1017/9781009157896.

Österreichische Hagelversicherung (2022, August 12) Dürre und Verbauungen gefährden Grundwasserspiegel, Seen, Flüsse und Agrarflächen. <https://www.hagel.at/presseaussendungen/duerre-und-verbauung/>

Ukkola A.M., De Kauwe M.G., Roderick M.L., Abramowitz G., Pitman A.J. (2020) Robust Future Changes in Meteorological Drought in CMIP6 Projections Despite Uncertainty in Precipitation. *Geophysical Research Letters*, 47(11). <https://doi.org/10.1029/2020GL087820>.

Vicente-Serrano S.M., Beguería S., López-Moreno J.I. (2010) A Multiscalar Drought Index Sensitive to Global Warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index. *Journal of Climate*, 23(7), 1696–1718. <https://doi.org/10.1175/2009JCLI2909.1>.

Westra S., Fowler H.J., Evans J.P., Alexander L.V., Berg P., Johnson F., Kendon E.J., Lenderink G., Roberts N.M. (2014) Future changes to the intensity and frequency of short-duration extreme rainfall: FUTURE INTENSITY OF SUB-DAILY RAINFALL. *Reviews of Geophysics*, 52(3), 522–555. <https://doi.org/10.1002/2014RG000464>.