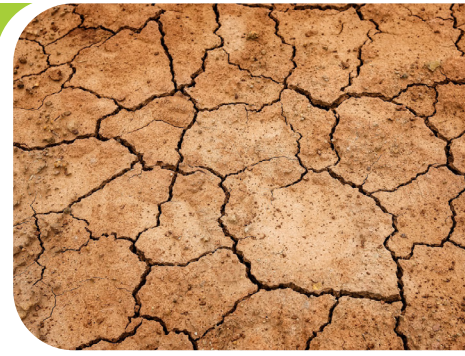


Klimawandel

Einflussfaktoren und Ausprägungen



Dürren im Klimawandel: Niederschlag und Bodenfeuchte

Autor:innen: Douglas Maraun^a, Laurenz Roither^b
 a Universität Graz | b Climate Change Centre Austria
 begutachtet von: Gregor Laaha (BOKU), Klaus Haslinger (GeoSphere Austria)

Hauptergebnisse

- In den letzten Jahren führten regenarme Sommer wiederholt zu starken Sommerdürren
- Reine Niederschlagsdefizite (meteorologische Dürre) sind bisher Ausdruck natürlicher Schwankungen; Jahrzehnte vergleichbarer oder sogar stärkerer Defizite gab es in den letzten 210 Jahren mehrmals.
- In Sommerdürren der letzten Jahre trocknete auch der Boden sehr stark aus (Bodenfeuchtedürre), da die Verdunstung über die letzten Jahrzehnte anstieg. Dies lässt sich zu einem großen Teil auf den Klimawandel zurückführen, teilweise aber auch auf sinkende Aerosolkonzentrationen.¹
- Aussagen über meteorologische Dürren im Klimawandel sind noch mit großen Unsicherheiten behaftet. Auch wenn es grundsätzlich immer wieder feuchte und trockene Dekaden geben wird, begünstigen steigende Temperaturen die Austrocknung des Bodens, sodass Bodenfeuchtedürren künftig sowohl trockener als auch intensiver ausfallen werden.

Sommerdürren, ihre Auslöser und Folgen

Dürre ist ein äußerst komplexes Phänomen. Aufgrund der relevanten Folgen werden vor allem Sommerdürren betrachtet. Tritt ein langanhaltendes Niederschlagsdefizit im Vergleich zum langjährigen Mittel auf, spricht man von einer meteorologischen Dürre, die Wochen bis Jahre dauern kann [1]. In den mittleren Breiten werden diese typischerweise durch anhaltende blockierende Wetterlagen ausgelöst. Ist die Verdunstung höher als der Niederschlag, trocknet der Boden aus und es herrscht eine Bodenfeuchtedürre, wegen sinkender Erträge auch landwirtschaftliche Dürre genannt [1]. Hohe Temperaturen im Sommer und Temperatur-Rückkopplungen, ein vorangegangener trockener Winter oder Frühling, sowie starkes Vegetationswachstum im Frühling (und die resultierende starke Verdunstung) können Bodenfeuchtedürren im Sommer verstärken [2]. Während hydrologischer Dürren sinken schließlich auch die Flusswasserstände und Grundwasserspiegel [3]. Hoher Wasserverbrauch und Eingriffe in Gewässer können Dürren weiter verstärken [4]. Ausbleibender Regen, hohe Temperaturen und Sonneneinstrahlung sowie starke Winde können, wie im Sommer 2012 in den USA, Bodenfeuchtedürren sehr schnell (innerhalb von Wochen) intensiv werden lassen, man spricht dann von Flash Droughts [5].

¹Schwebstoffe, die Sonnenlicht zurückstreuen, v. a. Schwefeldioxid, das bei Verbrennung von Kohle und Öl entsteht

Dürren können gravierende ökologische und sozioökonomische Folgen haben, wobei die Auswirkungen nach Dauer, Jahreszeit, und Art der Auswirkung stark variieren.

Temperatur-Rückkoppelung: wird Wasser verdunstet, entzieht es der Umgebung Wärme. Trocknet der Boden stark aus, sinkt dieser Kühleffekt und die Umgebungstemperaturen erhöhen sich noch stärker.

Verdunstung über Land: aktive Wasseraufnahme der Wurzeln, Transport und Verdunstung über große Blattoberfläche der Pflanzen erhöht Verdunstungsrate im Vergleich zu nacktem Boden.

Infobox

Jüngste Ereignisse im Kontext des Klimawandels

Meteorologische Dürre – definiert als reine Niederschlagsdefizite – und Bodenfeuchtedürre können sich im Klimawandel sehr unterschiedlich ändern, eine differenzierte Betrachtung ist deshalb wichtig. Seit dem Beginn des 21. Jh. häufen sich schwere Dürren in Europa. So gab es 2019 und 2015 die stärksten österreichweiten Niederschlagsdefizite im Sommer seit 1961, die meteorologische Dürre von 2003 war im Westen Österreichs die stärkste seit 1950 [6]. Im Frühling und Sommer 2018 waren vor allem der Westen und Norden Österreichs von der Rekorddürre in Mittel- und Westeuropa betroffen. Betrachtet man längere Zeiträume, zeigt sich allerdings die Bedeutung von natürlichen Klimaschwankungen für das Auftreten von Niederschlägen und somit meteorologischer Dürre. Dekaden mit ausgeprägten Niederschlagsdefiziten traten immer wieder auf, die stärksten Niederschlagsdefizite der letzten 210 Jahre gab es in den 1860er und 1940er Jahren [7].

Die Niederschlagsdefizite der letzten Jahre trafen aber mit einer in den letzten Jahrzehnten gestiegenen Verdunstung zusammen, so dass sich die Dürren der letzten Jahre zu sehr intensiven Bodenfeuchtedürren entwickelten. Die Trends zu mehr Verdunstung [8] lassen sich teilweise auf den Klimawandel, teilweise auf verbesserte Luftqualität seit den 1980er Jahren zurückführen.

Erstens ist durch sinkende Aerosolkonzentrationen die Sonnenscheindauer gestiegen [9]; zweitens sind die Temperaturen vor allem durch den menschgemachten Klimawandel, aber auch durch die sinkenden Aerosolkonzentrationen gestiegen [9]; und drittens ist, als direkte Folge der Temperaturänderungen, die Vegetationsperiode, während der die Pflanzen dem Boden Wasser entziehen, länger geworden [10].

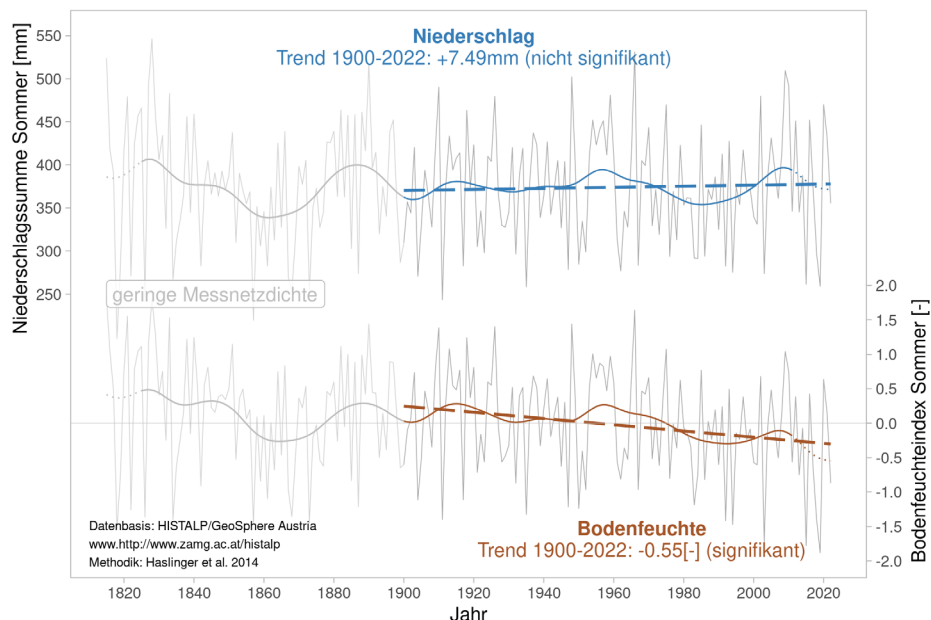


Abbildung 1: Niederschläge und Bodenfeuchte im Sommer (Juni, Juli, August), gemittelt über Österreich, von 1820 bis 2022. Während die Niederschlagsentwicklung durch starke natürliche Schwankungen bestimmt ist, zeigt sich bei der Bodenfeuchte zusätzlich ein deutlicher Trend.

Auch der Sommer 2022 war vor allem in Kärnten, der Steiermark, dem Burgenland und Wien sehr trocken, von der Rekordhitze und Dürre in weiten Teilen Europas wurde Österreich aber verschont. Auslöser dieses Klimaextrems war ein stabiles Hochdruckgebiet über den Britischen Inseln, der Klimawandel erhöhte die Temperaturen zusätzlich und verstärkte damit auch die Austrocknung des Bodens [11]. Vor allem Spanien, Frankreich und die Po-Ebene in Italien waren betroffen. Zum Auftreten der auslösenden Wetterlage finden sich jedoch keine Langzeittrends [12].

Sommerdürren der Zukunft

Auch bezüglich Klimaprojektionen muss zwischen den Niederschlagsdefiziten der meteorologischen Dürren und Bodenfeuchtedürren unterschieden werden.

Für Sommerniederschläge wird generell ein Rückgang über dem Alpenraum erwartet, nur wenige Klimamodelle simulieren eine leichte Zunahme [12]. Dieser Niederschlag wird außerdem an weniger Tagen fallen. Diesen Trends steht eine Zunahme des Niederschlags im Winter und Frühling entgegen [12]. Entscheidend für langanhaltende meteorologische Dürren ist die Häufigkeit und Dauer von blockierenden Hochdruckgebieten, die wiederum durch den polaren Jetstream bestimmt werden. Änderungen in diesen Wetterphänomenen sind jedoch mit großen Unsicherheiten behaftet [9], so dass unser Wissen über meteorologische Sommerdürren, definiert als reine Niederschlagsdefizite, im Klimawandel noch sehr begrenzt ist. Feuchte und trockene Dekaden werden jedoch immer wieder auftreten.

Mit steigenden Temperaturen wird die Verdunstung weiter zunehmen, so dass Bodenfeuchtedürren in Europa häufiger und länger auftreten und auch größere Flächen betreffen werden [13]. Diese Ergebnisse zeigen sich insbesondere auch für Österreich [14].

Referenzen

- [1] Dai, A. (2011). Drought under global warming: a review. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 2(1), 45-65.
- [2] Bastos, A., Ciais, P., Friedlingstein, P., Sitch, S., Pongratz, J., Fan, L., ... & Zaehle, S. (2020). Direct and seasonal legacy effects of the 2018 heat wave and drought on European ecosystem productivity. *Science advances*, 6(24), eaba2724.
- [3] Tallaksen, L.M., Van Lanen, H.A.J., 2023. *Hydrological drought: processes and estimation methods for streamflow and groundwater*, 2nd edition, Developments in water science. Elsevier. ISBN: 9780128190821.
- [4] Van Loon, A. F., Gleeson, T., Clark, J., Van Dijk, A. I., Stahl, K., Hannaford, J., ... & Van Lanen, H. A. (2016). Drought in the Anthropocene. *Nature Geoscience*, 9(2), 89-91.
- [5] Yuan, X., Wang, Y., Ji, P., Wu, P., Sheffield, J., & Otkin, J. A. (2023). A global transition to flash droughts under climate change. *Science*, 380(6641), 187-191.
- [6] Ionita, M., Tallaksen, L. M., Kingston, D. G., Stagge, J. H., Laaha, G., Van Lanen, H. A., ... & Haslinger, K. (2017). The European 2015 drought from a climatological perspective. *Hydrology and Earth System Sciences*, 21(3), 1397-1419.
- [7] Haslinger, K., & Blöschl, G. (2017). Space-time patterns of meteorological drought events in the European Greater Alpine Region over the past 210 Years. *Water Resources Research*, 53(11), 9807-9823.
- [8] 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*, 22(10), 5143-5158.
- [9] 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.
- [10] IPCC (2022) *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- [11] Faranda, D., Pascale, S., & Bulut, B. (2023). Persistent anticyclonic conditions and climate change exacerbated the exceptional 2022 European-Mediterranean drought. *Environmental Research Letters*.
- [12] Ritzhaupt, N., & Maraun, D. (2023). Consistency of seasonal mean and extreme precipitation projections over Europe across a range of climate model ensembles. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 128(1), e2022JD037845.
- [13] Samaniego, L., Thober, S., Kumar, R., Wanders, N., Rakovec, O., Pan, M., ... & Marx, A. (2018). Anthropogenic warming exacerbates European soil moisture droughts. *Nature Climate Change*, 8(5), 421-426.
- [14] Haslinger, K., Schöner, W., Abermann, J., Laaha, G., Andre, K., Olefs, M., and Koch, R.: Apparent contradiction in the projected climatic water balance for Austria: wetter conditions on average versus higher probability of meteorological droughts, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 23, 2749-2768, <https://doi.org/10.5194/nhess-23-2749-2023>, 2023.



Impressum CCCA

Dänenstraße 4
A-1190 Wien
ZVR: 664173679

servicezentrum@ccca.ac.at
www.ccca.ac.at
Stand: September 2023
ISSN 2410-096X

