

## Flächige Starkniederschläge im Klimawandel mit Fokus auf Vb-Wetterlagen

Autoren: Klaus Haslinger, Marc Olefs, Department Klima-Folgen-Forschung, GeoSphere Austria

Kontakt: [klaus.haslinger@geosphere.at](mailto:klaus.haslinger@geosphere.at), [marc.olefs@geosphere.at](mailto:marc.olefs@geosphere.at)

Datum: 13.09.2024

### **Starkniederschläge stratiform vs. konvektiv**

Generell ist bei Starkniederschlägen die Zeitskala auf der sie sich manifestieren entscheidend, um die antreibenden Prozesse richtig zu verstehen und einordnen zu können. Großflächige (stratiforme) Starkniederschläge die über einen oder mehrere Tage hinweg große Regenmenge bringen, stehen mit Tiefdrucksystemen in Verbindung, wohingegen kurzfristig und kurzzeitige Starkniederschläge (Entstehung und Dauer innerhalb von Minuten oder Stunden) durch Konvektion und Gewitterbildung („kleinräumige Unwetter“) ausgelöst werden.

### **Starkniederschläge auf Tagesbasis**

Eine Analyse auf Basis von Beobachtungsdaten weist auf eine Zunahme der jährlichen Anzahl an Tagen mit starken bis extremen Niederschlägen, insbesondere im Herbst und Sommer, hin. Dies entspricht einer Verschiebung der Intensitäten, da die Zahl der Tage mit schwachem bis mäßigem Niederschlag gleichzeitig abgenommen hat (Abbildung 1).

### **Vb Zugbahn und Starkniederschlagsrelevanz**

Ziehen Tiefdruckgebiete vom westlichen Mittelmeer über Italien, Österreich und Ungarn nach Polen, spricht man von einer Vb-Wetterlage (gesprochen „Fünf-b“, Abbildung 2). Obwohl nur vergleichsweise wenige Tiefdrucksysteme (5%), welche über die obigen Länder ziehen, ebensolche Vb-Tiefs sind, sind sie für 45% der extremen Niederschlagsereignisse in Österreich und der Tschechischen Republik verantwortlich. Fast alle großen Hochwasserereignisse an der Donau wurden durch Vb Tiefs ausgelöst, z.B. die Ereignisse von 2002 und 2013 (Abbildung 3).

Die 50 stärksten Niederschlagsereignisse in Zusammenhang mit Vb Wetterlagen in der Vergangenheit zeigen einen Anstieg der Niederschlagssumme am Alpennordrand von ca. 20% bei einer Zunahme der Häufigkeit von 13% im Zeitraum 1961-2015.

Die hohen Niederschlagssummen bei Vb-Wetterlage speisen sich in erster Linie durch die Verdunstung über dem europäischen Festland, sowie zum Teil der Nordsee und der Ostsee. Das Mittelmeer spielt als Feuchtequelle in den meisten Fällen nur eine untergeordnete Rolle, kann aber bei der „Vorbefeuchtung“ des europäischen Festlandes und bei der Intensivierung der Tiefdrucksysteme von Bedeutung sein. Entscheidend für die Feuchtigkeitsmenge die aus dem Mittelmeer herangeführt wird ist dabei weniger die Meeresoberflächentemperatur, als die mittlere Windgeschwindigkeit über dem Mittelmeer, die die Verdunstung von der Meeresoberfläche ebenso antreibt.

### **Auftreten von Vb-Wetterlagen in der Vergangenheit**

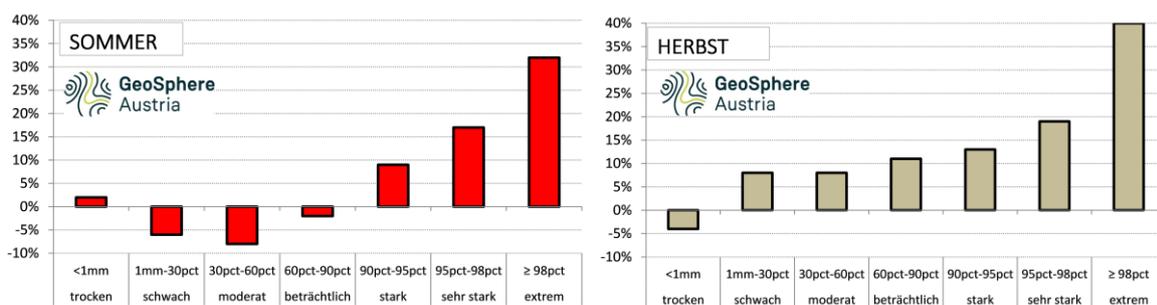
Die Zahl der Vb-Wetterlagen schwankt zwar stark, aber in den letzten Jahrzehnten gibt es keinen eindeutigen Trend im Auftreten von Vb-Wetterlagen. Die 1960er-Jahre brachten überdurchschnittlich viele Wetterlagen dieser Art, die frühen 1990er sehr wenige, aber abseits davon

blieb die Zahl bis heute relativ konstant (Abbildung 4). Derzeit treten sie im Schnitt 9 bis 10 Mal pro Jahr auf.

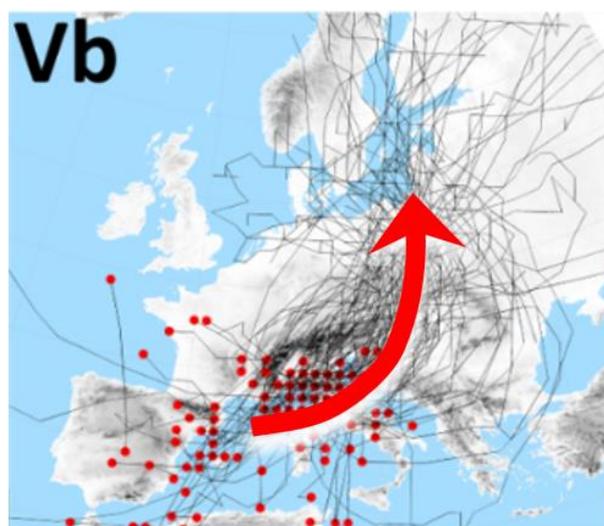
### Zukunftsaussichten

Durch das Fortschreiten des menschengemachten Klimawandels wird sich die durchschnittliche Position des Polarjets weiter in Richtung Norden verschieben und abgeschwächt werden, vor allem im Sommer. Dadurch wird es unwahrscheinlicher, dass es zu einer Kopplung von Polarjet und Subtropenjet und somit einer Luftverdichtung kommt, wodurch die Bildung von Vb-Wetterlagen langfristig benachteiligt wird. Andererseits erhöht sich in einer wärmeren Atmosphäre das Wasserhaltevermögen durch die Clausius-Clapeyron Beziehung (+7% pro °C). Auswertungen von Klimasimulationen zeigen aufgrund dieser beiden Mechanismen für das Ende des 21. Jahrhunderts einen Rückgang der Anzahl Vb Wetterlagen im Sommerhalbjahr (ca. -25%), allerdings einen Anstieg der Niederschlagsmengen um 5-20%.

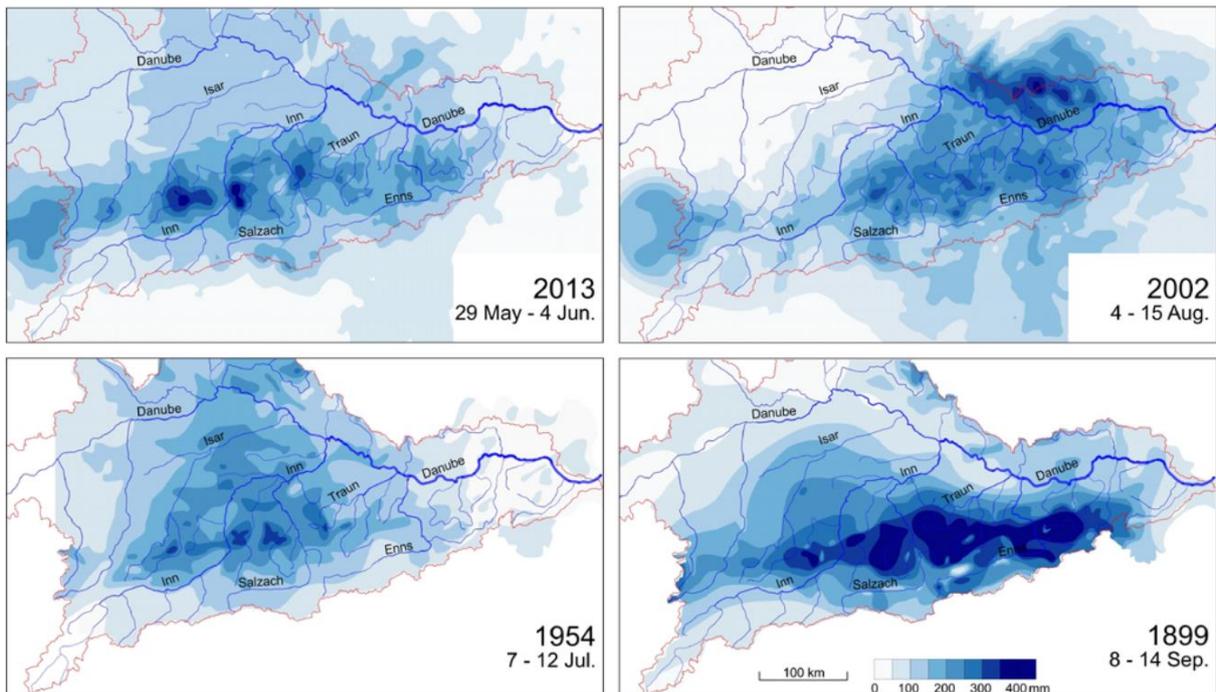
### Abbildungen



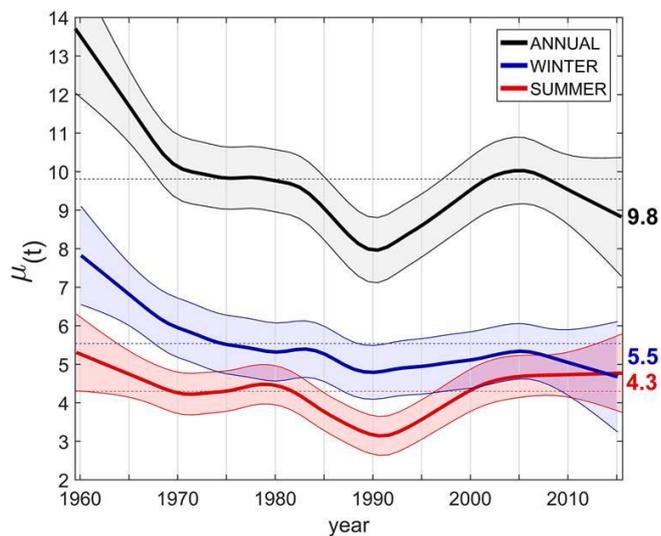
**Abbildung 1:** Änderung von Tagen mit bestimmten Regenmengen im Sommer (links) und Herbst (rechts). Die Zahl der Tage mit wenig Regen hat ins Besondere im Sommer abgenommen, Tage mit großen Regenmengen sind sowohl im Sommer als auch im Herbst deutlich häufiger geworden. Anmerkung: „pct“ gibt das jeweilige Perzentil an, z.B. bedeutet „≥ 98pct“, dass in dieser Gruppe Regenmengen sind, die größer als 98 Prozent aller Fälle sind. Quelle: GeoSphere Austria, <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/news/klimafakten-oesterreich-kompakt>



**Abbildung 2:** Zugbahnen von Vb Tiefs: Entstehung des Tiefdrucksystems (rote Punkte), Zugbahnen der Tiefdruckzentren (schwarze Linien). Hofstätter und Blöschl 2019 <https://doi.org/10.1029/2018JD029420>.



**Abbildung 3:** Mehrtägige Niederschlagssummen ausgewählter extremer Hochwasserereignisse an der Donau. Blöschl et al. 2013, <https://doi.org/10.5194/hess-17-5197-2013>



**Abbildung 4:** Zeitlicher Verlauf der pro Jahr auftretenden Vb-Zyklone. In Schwarz sieht man die Mittelwerte für die gesamten Jahre. In Rot bzw. Blau sind die durchschnittlichen Auftretsraten für Sommer bzw. Winter gezeigt. Hofstätter und Blöschl, 2019 <https://doi.org/10.1029/2018JD029420>

**Weiterführende Literatur:**

Blöschl, G., Nester, T., Komma, J., Parajka, J., and Perdigão, R. A. P.: The June 2013 flood in the Upper Danube Basin, and comparisons with the 2002, 1954 and 1899 floods, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 17, 5197–5212, <https://doi.org/10.5194/hess-17-5197-2013>, 2013.

Hofstätter M. & Blöschl G. (2019). Vb Cyclones Synchronized with the Arctic-/North Atlantic Oscillation. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 124, 3259–3278. <https://doi.org/10.1029/2018JD029420>

Hofstätter, M., Lexer, A., Homann, M. and Blöschl, G. (2018), Large-scale heavy precipitation over central Europe and the role of atmospheric cyclone track types. *Int. J. Climatol*, 38: e497-e517. <https://doi.org/10.1002/joc.5386>

Hofstätter, M., Jacobeit, J., Homann, M., Lexer, A., Chimani, B., Philipp, A., Beck, C., & Ganekind, M. (2015). WETRAX - WEather Patterns, CycloneTRACKs and related precipitation EXtremes, final report (19; *Geographica Augustana*, S. 240), <https://opus.bibliothek.uni-augsburg.de/opus4/frontdoor/index/index/docId/40094> .

Krug, A., Aemisegger, F., Sprenger, M. *et al.* Moisture sources of heavy precipitation in Central Europe in synoptic situations with Vb-cyclones. *Clim Dyn* 59, 3227–3245 (2022). <https://doi.org/10.1007/s00382-022-06256-7>