Süringwarte[1]: Welchen partiellen Anteil am lokalen Temperaturanstieg und der Niederschlagsvariabilität in Potsdam haben dynamische Veränderungen

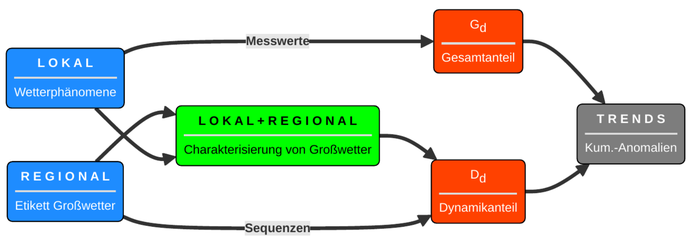
P. Hoffmann[2] & F. Wechsung

Hintergrund

Das *Wesen der jahreszeitlichen Wettervariabilität* wird bekanntlich durch den *großräumigen Transport von Luftmassen* über Europa mitbestimmt. Deren aktuelle Veränderungen, z.B. durch eine höhere Beständigkeit Hoffmann et al. (2021)[3], haben weitreichende Konsequenzen: (1) vordergründig auf das Eintreten von hydro-klimatischen Extremen und (2) in der Summe auf die Verschiebung von gewohnten Regenmustern. Es sind darüberhinaus veränderte *Wetterrhythmen* die dafür sorgen, dass immer häufiger eher *ungewöhnliche Witterungsepisoden* den Charakter prägen. Ein komplexes Veränderungsgeflecht, welches durch Klimasimulationen nur in Teilen nachgebildet werden kann. Deshalb soll hier der Frage nachgegangen werden, welchen *partiellen* Anteil am beobachteten Temperaturanstieg und der Niederschlagsvariabilität veränderte Abfolgen von Großwetterlagen erklären.

Herangehensweise

Großräumige Strömungsmuster können auf vielerlei Wegen nach wiederkehrenden Merkmalen klassifiziert werden. Ein existierendes Schema der *Großwetterlagenetikettierung* folgt dem vorwiegend subjektiven Schema nach Hess/Brezowky (1977). Kernargumente für deren Verwendung sind: (1) sie reicht weit zurück, (2) sie wird von DWD weitergeführt und (3) die Attribute haben synoptische Bedeutung. In Kombination mit lokalen Wetterdaten können so kritische Großwetterlagen identifiziert und mittlere Eigenschaften je Monat und Wetterlagentyp (Etikett) ermittelt werden. Um zeitliche Sequenzen von täglichen Wetterlagen in Temperatur- bzw. Niederschlagsabfolgen zu überführen, werden in Abhängigkeit vom Ort, Monat und Etikett die entsprechenden Langzeitmittelwerte berechnet und zugeordnet. Die so entstandenen *synthetischen* Temperatur- bzw. Niederschlagsreihen resultiert nur aus der Variationen von Großwetterlagen (*dynamischer Anteil*). Für die Auswertungen von Unterschieden in den klimatischen Entwicklungen von 1961 bis 2023 werden die Tageswerte zu Jahreswerten (Jan-Dez, Jun-Aug) aggregiert und die Abweichungen gegenüber 1961-1990 aufsummiert. Durch sogenannte Betrachtung *kumulierter Anomalien* lassen sich die entsprechenden Entwicklungspfade besser unterscheiden Hoffmann & Spekat (2021)[4].



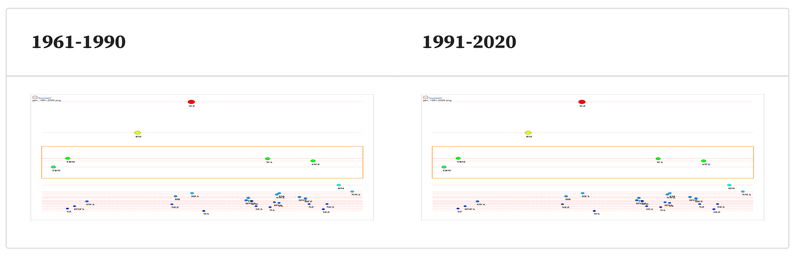
Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen, wie sich die großräumige Wettervariabilität über Europa in den letzten Jahrzehnten verändert hat und welcher *partielle Einfluss* auf die Temperatur- und Niederschlagsentwicklung damit verbunden ist.

A - Wie hat sich das Wesen der Wettervariabilität in den letzten Jahrzehnten verändert?

Vergleicht man die Dominanz von Wetterlagen für die Zeiträume 1961-1990 und 1991-2020 werden strukturelle Änderungen erkennbar. Die dominanteste Wetterlage ist und bleibt WZ (*West Zyklonal*, rot). Im unteren Bereich bündeln sich weniger dominate Wetterlagen. Jedoch gegenwärtig rücken neue dominante Wetterlagen aus dem Rauschen der Wettervariabilität heraus und erklären einen höheren Anteil (A.1). Es handelt sich dabei um TRW (*Trog Westeuropa*), TRM (*Trog Mitteleuropa*), SWZ (*Südwest Zyklonal*), die unter Umständen zu Extremwetter neigen können. Sie transportieren Wärme aus der Spanien nach Mitteleuropa und können sommerliche Hitzewellen verstärken. Dann werden Temperaturrekorde wahrscheinlicher. Der bislang dominante und gemäßigte Wettereinfluss vom Nordatlantik schwindet und könnte in der Summe gewohnte Niederschlagsmuster über Europa deutlich verschieben.

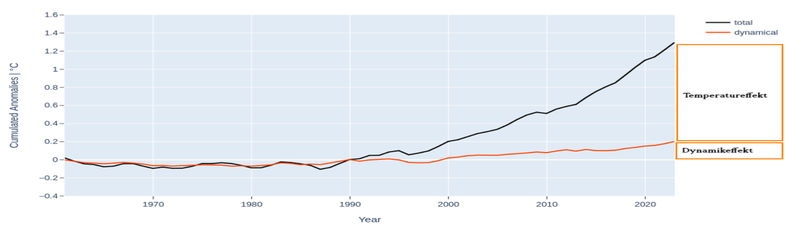
A.1 - Häufigkeit von Großwetterlagen über Europa



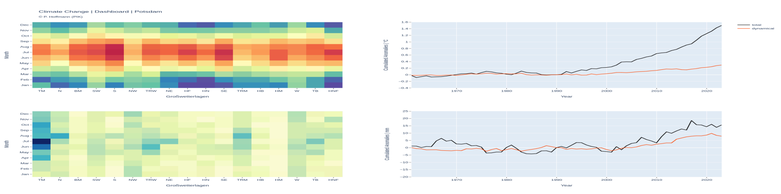
B - Wie groß ist der partielle Einfluss auf den langfristigen Temperaturanstieg?

Der Vergleich der beobachteten (schwarz) und synthetischen (rot) Temperaturreihe von 1961 bis 2023 zeigt deutliche Unterschiede der Anstiege in den kumulierten Anomalien von 1.3 und 0.2 (B.1 & B.2). Das bedeutet, dass ca. 15% der Erwärmung partiell durch ein häufigeres Auftreten von wärmeren Wetterlagen (z.B. SWZ, TRW) erklärt werden kann. Über Europa zeigt das partielle Erwämungsmuster (B.3) ähnliche Größenordnungen (+0.5°C vs. +2.5°C) mit Ausnahme von Spanien und Portugal. Häufigere und beständigere Südwest-Lagen transportieren vorderseitig Warmluft nach Norden und rückseitig strömt Kaltluft nach. Das ist in der Regel mit einer negativen NAO Phase verknüpft.

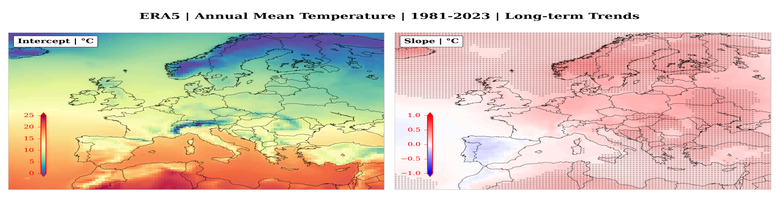
B.1 - Erwärmungsanteile in Potsdam



B.2 - Witterungscharakter in Potsdam

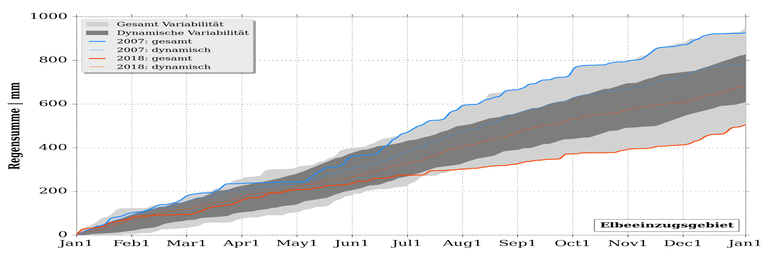


B.3 - partielle Erwärmungsmuster über Europa



C - Wie unterscheiden sich extrem trockene und extrem feuchte Jahre im dynamischen Anteil?

C.1 - Regensummen in Extremjahren im Elbeeinzugsgebiet



Niederschlagsbetrachtungen sollten in der Regel über eine größere Fläche erfolgen. Dafür eignen sich insbesondere die natürlichen Grenzen der Flusseinzugsgebiete. Für das *Elbeeinzugsgebiet* wurden Gebietsmittel im Niederschlag für extrem feuchte und trockene Jahre (2007 vs 2018) miteinander verglichen (C.1). Der Unterschied beider Jahre betrug ca. 400 mm. Dieser resultiert zum Teil daher, dass vorallem in der zweiten Jahreshälfte 2018 verbreitet beständige Hochwetterlagen dominierten. Sowohl der *Gesamtanteil* als auch der *Dynamikanteil* beider Extremjahre liegen deutlich im Summenverlauf auseinander. Während der Dynamikbereich am Oberrand durch den Verlauf des Jahres 2007 (blau) eingehüllt wird, hätte es 2018 (rot) mehr Regen im Einzugsgebiet geben müssen. Stattdessen hatten die Regenereignisse eher konvektiven Charakter ohne nennenswerten Beitrag für den Wasserhaushalt.

1. **Süringwarte:** Operationelle Auswertungen der aktuellen Witterungverläufe und Klimafolgen ↩
2. **Klimaresilienz/Hydro-klimatische Risiken** (Email: peterh@pik-potsdam.de) ↩
3. **Hoffmann, P.**, Lehmann, J., Fallah, B. et al. Atmosphere similarity patterns in boreal summer show an increase of persistent weather conditions connected to hydro-climatic risks. Sci Rep 11, 22893 (2021). https://doi.org/10.1038/s41598-021-01808-z ↩
4. **Hoffmann, P.**, Spekat, A. Identification of possible dynamical drivers for long-term changes in temperature and rainfall patterns over Europe. Theor Appl Climatol 143, 177–191 (2021). https://doi.org/10.1007/s00704-020-03373-3 ↩