

Supporting climate service providers by distilling information about future precipitation extremes (SPIRIT)

N. Ritzhaupt^{1,2}, D. Maraun¹, A. Gobiet³, G. Pistotnik³

(1) Wegener Center für Klima und globalen Wandel, Universität Graz, Österreich (2) FWF-DK Klimawandel, Universität Graz, Österreich (3) Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG)

Einleitung

Klimaprojektionen von Extremniederschlägen sind sehr unsicher. SPIRIT möchte glaubwürdige Informationen bereitstellen und Unsicherheiten besser quantifizieren, indem verschiedene Datensätze betrachtet werden. Daher sollen folgende Fragestellungen untersucht werden:

1. Wie und warum unterscheiden sich verschiedene Klimaprojektionen und was sind die Einflüsse von groß- und kleinskaligen Modellfehlern und interner Variabilität auf die Veränderung von Extremniederschlägen?
2. Welche Änderungen in Extremniederschlägen können wir erwarten unter Berücksichtigung von einem großen Ensemble an Modellen, regionalen Gegebenheiten und Herausforderungen, und meteorologischem Expertenwissen?
3. Wie können die resultierenden Informationen an Endnutzer angepasst und mit Hilfe von Klimawandelberatern kommuniziert werden?

SPIRIT möchte in Zusammenarbeit mit Klimadiensten (ZAMG) ein Framework zur Destillation von Klimainformationen entwickeln, wo durch das Expertenwissen der Klimawandelberater die Anwenderperspektive in den Analysen berücksichtigt werden soll. Die Kernfrage lautet:

- Welche Informationen sind gewünscht und was sind die notwendigen Schritte dafür und die praktischen Einschränkungen um glaubwürdige, aussagekräftige und umsetzbare Informationen für die Zukunft zu erhalten?

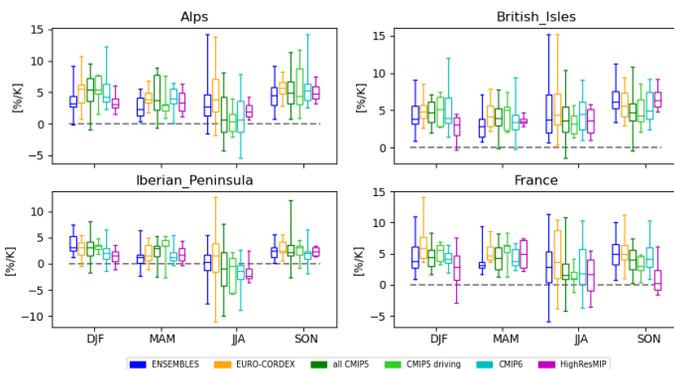
Ergebnisse des ersten Nutzerworkshops

- Qualitative (aber wissenschaftlich robuste) Aussagen sind für Beratungstätigkeiten und Medienanfragen oft ausreichend
- Attribution von Einzelereignissen („War das der Klimawandel?“) ist in der Klimawandelkommunikation extrem hilfreich
- Relevante Ereignisse sind: Gewitter, kleinräumige Extremniederschläge, Hagel, Windböen, langanhaltende Niederschlagsereignisse. Ihre Verbindung mit Auswirkungen (Überschwemmungen, Muren, Hagel-, und Sturmschäden,...) ist für die Praxis essentiell
- Jährlichkeiten (2 bis 100 Jahre) und Bemessungsstufen wichtig für Gutachten, Stadtentwässerung, Hochwasserschutz, Katastrophenschutz und andere
- Storylines hilfreich für Risikoanalysen; z.B. „worst case“ Szenario

Klimaänderungssignale

Wir betrachten und vergleichen Ensembles von Klimaprojektion von 2 regionalen und 3 globalen Klimamodellen. Die Klimaänderungssignale werden zwischen zwei 30-Jahr Perioden berechnet, welche 1971-2000 und 2071-2100 sind. Die Änderungssignale werden mit der Temperaturänderung zwischen den Perioden normalisiert, um generelle Aussagen pro Grad Erwärmung treffen zu können.

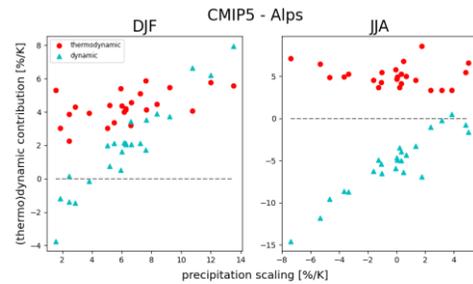
Wir betrachten saisonale 20-Jahres-Wiederkehrwerte für Extremniederschläge. Mittels der Block Maximum Methode werden die 30 maximalen Werte jeder Jahreszeit ermittelt (z.B. 30 JJA Werte). Daran wird eine GEV Verteilung angepasst um die Parameter zur Berechnung der Wiederkehrwerte zu ermitteln.



Thermodynamische vs Dynamische Unsicherheit

Um einen Einblick in die thermodynamischen (Temperatur) und dynamischen (Zirkulation) Antriebe während eines Extremevents zu erhalten, kann man eine Formel (Scaling) zur Berechnung der Niederschlagsintensität des Extremevents verwenden. Hierbei kombiniert das Scaling (O’Gorman & Schneider, 2009) die beiden meteorologischen Antriebe, sodass gilt: Intensität \sim Vertikalgeschwindigkeit * Feuchte.

Die Ergebnisse zeigen, dass die thermodynamischen Änderungen relativ homogen sind, während die dynamischen Änderungen entscheidend zum Verständnis von Extremniederschlägen sind.



Thermodynamische (rot) und dynamische (blau) Änderungssignale für Winter (links) und Sommer (rechts) im Modellensemble CMIP5 für die Alpen.

Ausblick

In weiterer Folge werden konvektive Extremereignisse (Starkregen, Hagel, Sturmböen) untersucht. Sie entstehen bei einem Zusammentreffen von instabiler Luftschichtung, vertikaler Windscherung und Hebung von Luftmassen. Maßzahlen für diese Bedingungen werden aus ERA5-Reanalysen berechnet. Ihre Verschneidung mit der „Ground Truth“ aufgetretener Unwetter in den Jahren 2016-2020 (Stationsmessungen, geprüfte Meldungen von Einsatzkräften und Augenzeugen) erlaubt die Identifikation der besten Prädiktoren und ihre Übersetzung in eine Auftretenswahrscheinlichkeit für Ereignisse mittels eines Regressionsmodells.

Die Anwendung der Regression auf Klimamodelle erzeugt anschließend eine synthetische Klimatologie von Unwetterereignissen pro Gitterbox und Jahr. Die Trends aus dieser „Proxy“-Methode werden auf statistische Signifikanz überprüft und mit direkten Niederschlagsdaten aus hochauflösenden Klimaprojektionen verglichen, in denen Konvektion nicht parametrisiert werden muss.

Ziele:

- Robuste Aussagen über zukünftige konvektive Extremereignisse (erwartete Anzahl + Konfidenzintervalle)
- Identifikation der wichtigsten Antriebe für projizierte Entwicklungen
- Untersuchung der Rolle thermodynamischer und dynamischer Änderungen

Zudem sollen die klein-skaligen Prozesse analysiert, Unterschiede ermittelt und Antriebe für Starkniederschläge verstanden werden.

Projektziele

- Robuste Aussagen über zukünftige Extremniederschläge
- Verständnis und Identifikation der entsprechenden meteorologischen Antriebe
- Entwicklung eines Frameworks zur Destillation von Klimainformationen
- Integration der Projektergebnisse in operative Klimadienste

References

O’Gorman, P. A., & Schneider, T. (2009). The physical basis for increases in precipitation extremes in simulations of 21st-century climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(35), 14773-14777.