

## Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen

**Projekt:** Blockierende Wetterlagen in CMIP6-Klimaprojektionen für Hessen

Laufzeit von 2019 bis 2023

Projektnehmer: Goethe-Universität Frankfurt (Prof. Dr. Bodo Ahrens, Institut für Atmosphäre und Umwelt)

Es wurden (a) die Häufigkeit von blockierenden Wetterlagen (*blocking*) untersucht, (b) die statistischen Beziehungen zwischen großskaligen Treibern und *blocking* untersucht, und (c) von *blocking* und Wetter- und Klimaextremereignissen in Vergangenheit und Zukunft hergestellt.

Die Reanalysen (d.h. bestmögliche Beschreibungen des vergangenen Wetters) zeigen ab Mitte des letzten Jhdts. eine gute Übereinstimmung (ca. 35 Tagen/Jahr) und leichte, nicht signifikante Zunahme der Anzahl jährlicher *blocking*-Tage. Die Zahl der Tage mit *blocking* nahm im Frühling und Sommer tendenziell zu und im Herbst und Winter eher ab bzw. blieb konstant.

Die neuen CMIP6-Klimasimulationen zeigen im Mittel eine ähnliche Anzahl von *blocking*-Tagen und keinen signifikanten Trend im historischen Klimazeitraum. Die Bandbreite zwischen verschiedenen Klimamodellen und -simulationen ist allerdings erheblich und auch die saisonalen Trends der Reanalysen werden nicht abgebildet. Die CMIP6-Klimamodelle unter Annahme des pessimistischsten Treibhausgasemissionsszenarios (SSP5-8.5, „der fossile Weg“) projizieren im Ensemblemittel eine Abnahme der *blocking*-Häufigkeit. Dieser Abnahmetrend ist jedoch aufgrund der Unterschiede zwischen Reanalysen und historischen CMIP6-Simulationen unsicher.

Ursachen für die zeitliche Variabilität blockierender Wetterlagen sind Änderungen großskaligen Treiber wie die Meeresoberflächentemperatur im Nordatlantik, die Schneebedeckung in Eurasien und die Meereisbedeckung in der Barents-Kara-See. In CMIP6-Simulationen besteht das Problem, dass diese die großskaligen Treiber und auch den Einfluss der Treiber auf *blocking* unterschiedlich und damit unsicher abbilden. Dies erschwert eine Aussage über die zukünftige *blocking*-Entwicklung.

Die Untersuchungen bestätigten einen starken Zusammenhang von *blocking* und Hitzewellen. Dabei war eine sommerliche Hitzewelle in Deutschland 8–9-mal häufiger bei *blocking* in Mitteleuropa als ohne. Bei starken Hitzewellen war der Zusammenhang noch stärker ausgeprägt (30–60-mal häufiger). Bei Starkregen ergaben sich regionale Unterschiede: in Westdeutschland etwas häufiger bei *blocking* in Skandinavien und in Ostdeutschland bevorzugt bei *blocking* in Osteuropa (in der Reanalyse ERA5 war Starkregen 3,5-mal häufiger an blockierten als nicht blockierten Tagen). Auch die Wahrscheinlichkeit für Flauten wird durch *blocking* erhöht: im Winter (Okt.-Feb.) bei *blocking* im nördlichen Mitteleuropa bis Nordsee um den Faktor 3.

Unter Annahme der diskutierten *blocking*-Trends ist eine Zunahme der Winterflauten nicht zu erwarten, sommerliche Starkniederschläge und Hitzewellen könnten durch *blocking* häufiger werden. Dazu kommen weitere verstärkende Faktoren wie etwa lokal intensivierte Starkniederschläge und trockenere Böden bei Hitzewellen in einem sich erwärmenden Klima. Der Zusammenhang zwischen *blocking* und Extremen wird in den CMIP6-Klimasimulationen vergleichsweise robust abgebildet (was einen mechanistischen Zusammenhang zwischen *blocking* und den diskutierten Extremen untermauert). Aufgrund der Unsicherheiten in der Abbildung der Treiber

und des *blockings*, bestehen aber zwischen den Klimaprojektionen verschiedener Modelle erhebliche Unterschiede.

Es wird empfohlen, sich auf eine Zunahme von Extremereignissen einzustellen. Dies betrifft sowohl Hitzewellen als auch Starkregen. Da die *blocking*-Trends in der Zukunft unsicher sind, eine Fortsetzung des Trends aus der Vergangenheit eine weitere Zunahme im Frühling und Sommer in der Zukunft zur Folge hätte und damit durch *blocking* verstärkte Häufigkeiten von Hitzewellen und Starkniederschlägen, muss angenommen werden, dass dann die extremsten Berechnungen des CMIP6-Ensembles eintreten können oder möglicherweise noch übertroffen werden. Dementsprechend sollten sich Anpassungsstrategien an den simulierten extremen Extremen, d.h. an der gesamten Bandbreite des verfügbaren Ensembles der Klimaprojektionen, und nicht an Mittelwerten des Ensembles orientieren.