

Project: **374**

Project title: **Evaluierung neuer Modellversionen des CLM**

Principal investigator: **Klaus Keuler**

Report period: **2023-01-01 to 2023-12-31**

Zentrale Aufgabe dieses Projektes ist die Evaluierung des Langzeitverhaltens der von der CLM-Community genutzten regionalen Klimamodelle COSMO-CLM und ICON-CLM. Die Entwicklung von COSMO-CLM ist mit der Version 6.0 inzwischen abgeschlossen. Die letzte Optimierung und Evaluierung dieser Version wurde im Projekt COPAT durchgeführt. Die Auswertungen hier konzentrieren sich daher auf die Evaluierung der regionalen Klimaversion des ICON (ICON-CLM). Da neben der bisher verwendeten Standardauflösung von rund 12 km vermehrt Simulationen im konvektionserlaubenden Bereich bei 1 – 3 km durchgeführt werden, waren im Projektzeitraum folgende Simulationen geplant:

1. Ein Evaluierungslauf mit ICON-CLM Version 2.6.5 bei 12 km Auflösung (R13BO5)
2. Ein Evaluierungslauf mit ICON-CLM Version 2.6.5 bei 3 km Auflösung (R13B07)
3. Ein Evaluierungslauf mit ICON-CLM Version 2.6.6 bei 12 km Auflösung unter Berücksichtigung transienter Aerosolkonzentrationen (R13B05)

Da ICON-Simulationen auf einem nicht-regulären Dreiecksgitter erfolgen, werden alle Ergebnisse für die Auswertung und einen möglichen Vergleich mit entsprechenden COSMO-CLM Simulationen auf einheitliche reguläre Gitter in rotierten Koordinaten projiziert, deren Auflösung der der ICON-Simulation bestmöglich entspricht. Die globalen Antriebsdaten der 12 km Simulationen stammen aus aufbereiteten ERA5 Reanalysen, während die zeitabhängigen Randdaten der 3 km Simulation aus der übergeordneten 12 km Simulation in dreistündigen Intervallen bereitgestellt werden. Die 12 km Simulationen erstrecken sich über den Zeitraum 1979-2020, wobei für die Evaluierung nur die Jahre 1981 -2020 verwendet werden. Die 3 km Simulation konnten aufgrund des erheblich höheren Rechenaufwandes nur über 10 Jahre durchgeführt werden und erfasst die Jahre 2005-2014.

In der ersten Studie stand neben der allgemeinen Evaluierung der Version 2.6.5 vor allem der Vergleich zwischen den beiden Auflösungen im Fokus. Während die 12 km Simulationen auf dem sog. EURO-CORDEX Gebiet durchgeführt werden, umfasst das Modellgebiet der 3 km Simulationen nur Deutschland und Teile der angrenzenden Nachbarländer und des Alpenraumes. Der Vergleich kann daher ausschließlich auf dem kleineren Modellgebiet der 3 km Simulation erfolgen (siehe Abb.1). Die klimatologischen Mittel unterscheiden sich dabei nicht wesentlich. Die feiner aufgelöste Simulation tendiert zu leicht erhöhten Jahresniederschlägen – insbesondere über den Alpen -, die aber eine ähnliche räumliche Verteilung über Mitteleuropa aufweisen, wie in der gröber aufgelöste Simulation. Das stärkere Defizit am Westrand des 3 km Gebietes kann auf die Nähe zum seitlichen Modellrand zurückgeführt werden.

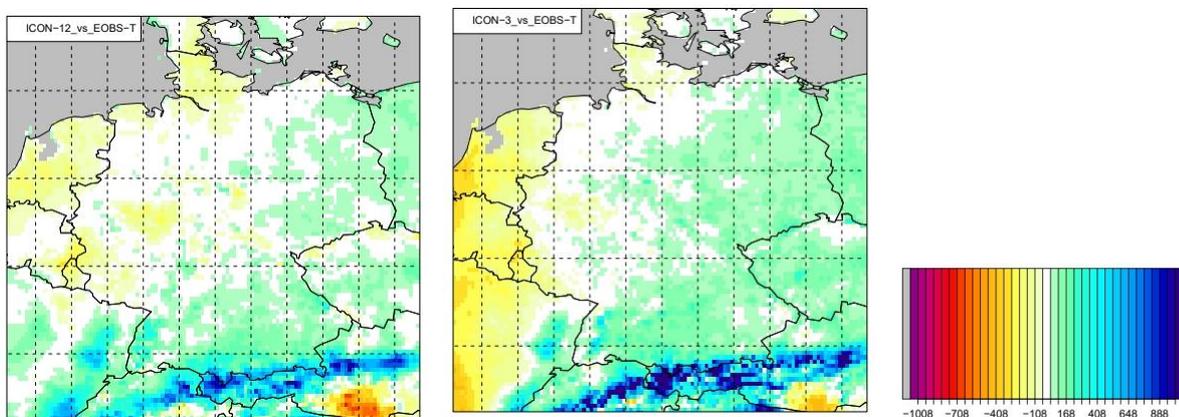


Abbildung 1: Bias des klimatologischen Jahresniederschlags in mm für den Zeitraum 2005-2014 von E-OBS Referenzdaten in ICON-CLM Simulationen mit 12 km (links) und 3 km (rechts) Auflösung.

Größere Unterschiede lassen sich in den Intensitäten extremer Tagesniederschläge feststellen, wie Abb. 2 zeigt. Während die obersten Quantile der 12 km Simulation die Intensitäten der Referenzdaten unterschreiten, liegen die die der 3 km Simulation deutlich oberhalb der Referenz aus Beobachtungsdaten.

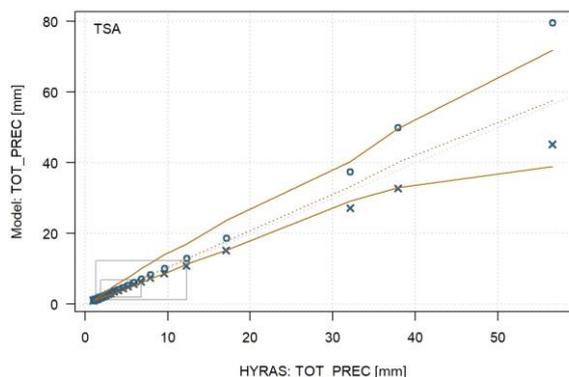


Abbildung 2: Q-Q-Plot der Tagesniederschläge aus der 12 km (Kreuze) und 3 km (Quadrate) Simulation in Relation zu HYRAS-Referenzdaten des DWD mit 1 km Gitterauflösung für ein Teilgebiet im Dreiländereck Thüringen-Sachsen-Sachsenanhalt. Die 4 rechts liegenden Punktpaare stellen das 95, 99, 99.5 und 99.9 % Quantil dar. Die Durchgezogenen Linien repräsentieren die kleinsten bzw. größten Quantile aus den im Teilgebiet liegenden Stationsbeobachtungen, die gestrichelte Kurve in der Mitte, die Quantile aus dem gemeinsamen Ensemble aller Stationsdaten.

In der zweiten Studie wurde untersucht, welchen Einfluss die Änderung der Aerosol-Vorgaben auf das simulierte regionale Klima über Europa hat. In der bisherigen Standardversion wird der Einfluss von Aerosolen auf den Strahlungstransport und die Wolkenmikrophysik durch Vorgabe einer auf Tegen basierenden Aerosolklimatologie berücksichtigt. Diese Daten weisen zwar einen mittleren Jahrgang auf, sind aber über die Jahre konstant. Seit Version 2.6.6 besteht die Möglichkeit, alternative, zeitlich variable Aerosolinformationen vorzugeben. Diese basieren auf dem von Kinne bereitgestellten MACv2 Datensatz und werden in Form von sog. Simple Plumes (SP) im Strahlungscode von ICON berücksichtigt. Die extern vorgegebenen Daten umfassen eine Hintergrundkonzentration, die transiente Veränderung durch anthropogene Aktivitäten seit 1850 und die temporären Auswirkungen größerer Vulkanausbrüche und zeigen eine starke Variabilität in den 1950er bis 2000er Jahren. Abb. 3 belegt den Einfluss der veränderten Aerosolvorgaben auf die Simulationsergebnisse für drei Dekaden. Die höheren Aerosolkonzentrationen der MACv2-SP Daten führen zunächst zu einer Reduktion der solaren Einstrahlung am Boden um teilweise über 10 W/m² und einer Absenkung der 2-Meter Temperatur um bis zu 0,3 K. Der Einfluss der transienten Aerosolvorgabe lässt mit fortschreitenden Dekaden nach, da sich die Daten der Tegen-Klimatologie annähern. Als Konsequenz dieser Ergebnisse ist geplant, die transienten Aerosole auch bei zukünftigen Klimsimulationen verschiedener SSP-Szenarien zu berücksichtigen.

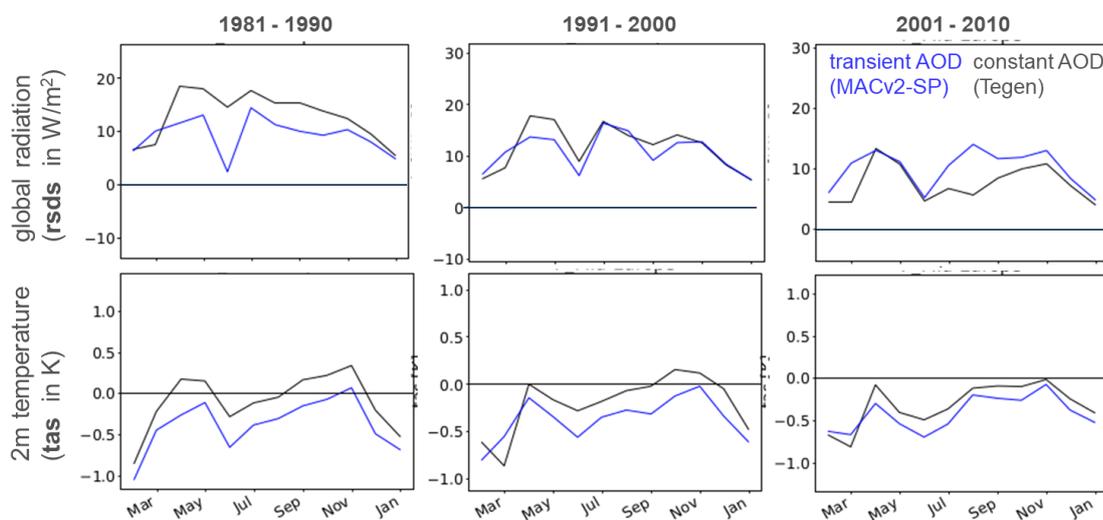


Abbildung 3: Mittlere dekadische Jahrgänge der Abweichungen der solaren Einstrahlung (oben) und der 2m-Temperatur (unten) von E-OBS Referenzdaten im Flächenmittel über für Mitteleuropa aus ICON-Simulationen mit konstanter (schwarz) und jährlich variierender (blau) Aerosolen.