

Project: **374**

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

Project lead: **Klaus Keuler**

Report period: **1.1.2014 - 31.12.2015**

Die von der CLM-Community bisher empfohlene Standardversion des regionalen Klimamodells COSMO-CLM (CCLM) ist seit 2012 die Version 4.8_clm19. Im Jahr 2014 wurde vom DWD eine neue vereinheitlichte Modellversion COMSO 5.0 herausgegeben. Diese Version enthält zahlreiche Erweiterungen und neue Modelloptionen. Gemäß den Statuten der CLM-Community hat ihre Arbeitsgruppe Evaluierung die Aufgabe übernommen zu prüfen, in wieweit die neue COSMO Version als regionales Klimamodell die bisherige Standardversion ersetzen kann und ob sich für die neue Modellversion eine Konfiguration finden lässt, die zu verbesserten Klimasimulationen führt. Zu diesem Zweck wurde eine Simulationsstrategie entwickelt, die die Auswirkungen neuer Modelloptionen auf das regionale Klima in standardisierten Langzeitsimulationen für Europa untersucht und Simulationskonfigurationen identifiziert, die eine verbesserte Wiedergabe regionaler Klimamuster in Europa ermöglicht. Als Referenz diente die vom Antragsteller durchgeführte Standardevaluierung der alten Modellversion (Simulation CON031).

Zunächst wurde die Konfiguration dieser alten Standardevaluierung soweit wie möglich auf die neue Modellversion übertragen und eine neue Referenzsimulation erstellt (Simulation CON052). Modellgebiet (Europe), Auflösung ($1/6^\circ$), Simulationsbedingungen (z.B. Antriebsdaten, Modellgitter, Bodenkonfiguration) und Analyseverfahren für diese Standardevaluierungen sind seit mehreren Jahren vereinheitlicht und bieten so eine optimale Vergleichsmöglichkeit zwischen den Modellversionen. Die neue Referenzsimulation CON052 wurde dann auf einem nahezu identischen Modellgebiet aber mit größerer Auflösung von $0,44^\circ$ wiederholt (CON052) ebenso wie die ursprüngliche Standardevaluierung (Simulation CON431). Auf diesem Gitter haben dann mehrere Mitglieder der Arbeitsgruppe Evaluierung der CLM-Community ca. 70 jeweils 22-jährige Klimasimulationen mit unterschiedlichen Parametereinstellungen auf unterschiedlichen Rechner-Systemen durchgeführt. Alle Simulationen verwendeten dabei exakt die gleichen Antriebsdaten und Bodenparameter. Ein Teil dieser Simulationen erfolgte im Rahmen dieses Projektes. Mit Hilfe eines vereinheitlichten Analyseverfahrens wurden die Simulationsergebnisse über die letzte 20 Simulationsjahre (1981-2000) klimatologisch ausgewertet, mit vorgegebenen Referenzdaten (E-OBS Version 10) qualitativ und quantitativ verglichen und zwischen den beteiligten Gruppen ausgetauscht. Zunächst konnten aus diesem Vergleich einzelne Parameter identifiziert werden, die zu Verbesserungen verschiedener Klimakennzahlen führten. Basierend auf diesen Erkenntnissen wurden dann mehrere erfolgversprechende Kombinationen geänderter Simulationsparameter ausgewählt und in weiteren Simulationen getestet. In der abschließenden Phase wurde mit den beiden letzten im Selektionsprozess verbliebenen Konfigurationen jeweils eine Standardevaluierung auf dem höher aufgelösten Modellgitter durchgeführt ($1/6^\circ$) und mit den beiden Referenzläufen (CON031, CON052) verglichen. Auf der Community Assembly Ende November 2015 wurden die Ergebnisse den Mitgliedern der CLM-Community vorgestellt und die Modellversion 5.0_clm6 zur neuen Standardversion des Gemeinschaftsmodells COSMO-CLM erklärt. Außerdem konnte den Nutzern auf Grund der hier erzielten Ergebnisse eine neue Standardkonfiguration empfohlen werden, die in den Evaluierungsläufen für Europa die größte Qualitätsverbesserung erbracht hatte (CON069). Die Ergebnisse dieser Modellevaluierung werden derzeit in einem detaillierten Report für die Community-Mitglieder zusammengestellt. Im Nachfolgenden sollen nur einige exemplarische Ergebnisse kurz dargestellt werden

Die Übertragung der Konfiguration der alten Standardevaluierung CON031 auf die neue Modellversion 5.0 (CON431) führte zu keinen identischen Ergebnissen. Dies liegt zum einen an zwischenzeitlich behobenen bugs und zum anderen an kleineren Veränderungen bestehender Parametrisierungen im Laufe der mehrjährigen COSMO Entwicklung von Version 4.8 zu Version 5.0. Zwischenstufen dieser Entwicklung wurden im Rahmen diese Projektes kontinuierlich untersucht. Außerdem zeigte die Veränderung der Auflösung zwischen der Standardevaluierung ($1/6^\circ$) und den Sensitivitätsstudien ($0,44^\circ$) einen sichtbaren Einfluss auch auf klimatologische Mittelwerte. Der Einfluss der Auflösung ist dabei teilweise größer als der der unterschiedlichen Modellversionen, wie Abb. 1 verdeutlicht.

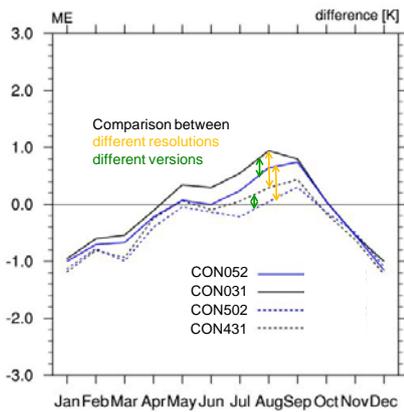


Abbildung 1: Klimatologischer Jahresgang des Temperaturbias für die Teilregion Mitteleuropa in Simulationen mit CCLM_4.8 (schwarz) und CCLM_5.0 (blau) mit Auflösungen von $1/6^\circ$ (durchgezogen) und $0,44^\circ$ (gestrichelt).

Die Temperaturunterschiede zwischen verschiedenen Auflösungen und Modellversionen variieren von Teilregion zu Teilregion (PRUDENC Standardregionen) und können bis zu 1 K betragen. Beim Niederschlag erreichen die Abweichungen in der Monatssumme bis zu 10 mm und beim Luftdruck bis zu 1 hPa. Während bei Temperatur und Niederschlag die größten Unterschiede im Sommer auftreten liegen sie beim Druck in den Wintermonaten.

Abbildung 2 zeigt die Unterschiede im Temperaturbias der drei Standardevaluierungen auf dem hoch aufgelösten Gitter (CON031, CON052, CON069) mit alter bzw. neuer Modellkonfiguration. Die Unterschiede zwischen den beiden Modellversionen mit der alten Konfiguration (blaue und schwarze Kurve) sind vergleichsweise gering. Mit der neuen Konfiguration für CCLM_5.0 reduziert sich der warm bias im Sommer um mehr als 1,5 K, und auch der cold bias im Winter halbiert sich. Dafür weist die Simulation im Frühjahr nun einen etwas stärkeren warm bias auf. Der Effekt tritt prinzipiell auch in anderen Teilregionen auf aber in unterschiedlicher Stärke. Ähnliche Verbesserungen zeigen auch die Tagesminimum- und Maximumtemperaturen. Die Reduzierung des Niederschlagsbias fällt eher gering aus. In einigen Teilregionen ist lediglich eine positive Reduktion der Frühjahrsniederschläge signifikant.

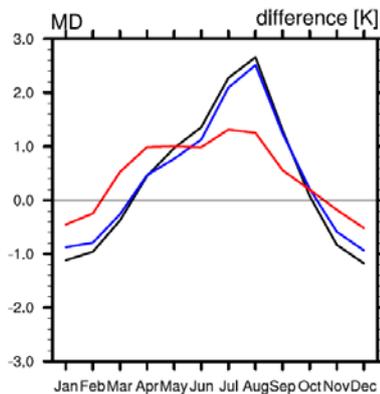


Abbildung 2: Temperaturbias für die Teilregion Mittelmeer in den Simulationen CON031 (schwarz), CON052 (blau) und CON069 (rot)

Eine quantitative Maßzahl für die relative Verbesserung der Modellgüte liefert der Brier Skill Score (BSS). In Abb.3 ist eine deutliche Reduzierung des zeitlichen RMS-Errors für T_{min} in weiten Teilen Europas erkennbar. Bei T_{max} beschränkt sich die Verbesserung auf Mittel-, Süd- und Südwest-Europa. Im nordöstlichen Modellgebiet hingegen verschlechtert sich der BSS zum Teil erheblich.

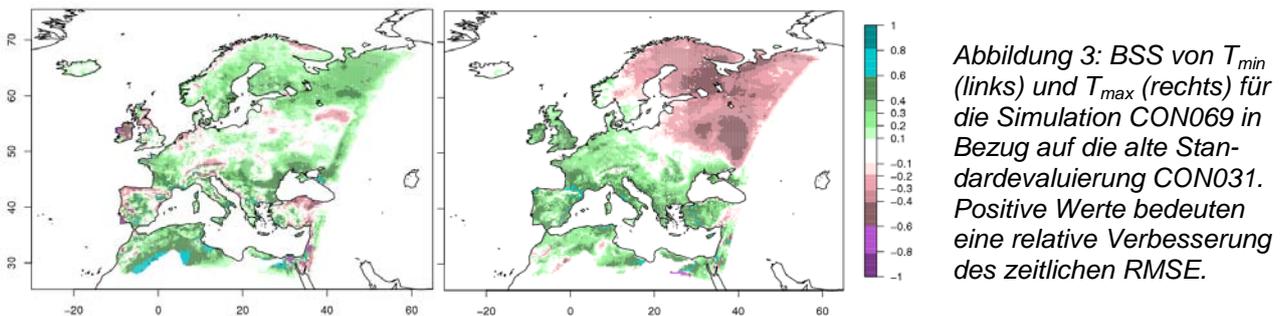
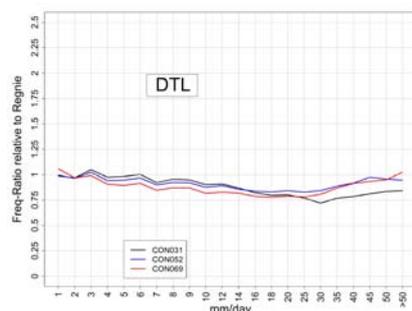


Abbildung 3: BSS von T_{min} (links) und T_{max} (rechts) für die Simulation CON069 in Bezug auf die alte Standardevaluierung CON031. Positive Werte bedeuten eine relative Verbesserung des zeitlichen RMSE.

Des Weiteren wurden Taylordiagramme der räumlichen und zeitlichen Variabilität von allen untersuchten Klimaparametern (Tagesmittel-, Tagsminimum- und Tagesmaximumtemperatur, Niederschlag, reduzierter Bodendruck und Wolkenbedeckung) für alle acht PRUDENCE Regionen ausgewertet. Als letztes Beispiel sei hier noch die Häufigkeitsverteilung von



Tagesniederschlagsintensitäten aufgeführt. Abbildung 4 verdeutlicht, dass die neue Standardversion die Häufigkeit intensiver Niederschläge deutlich besser erfasst. Dafür nimmt gegenüber der alten Konfiguration die Häufigkeit schwacher und mittlerer Intensitäten leicht ab.

Abbildung 4: Verhältnis der Häufigkeiten von Tagesniederschlagsintensitäten der Simulationen CON031, CON052, CON069 für die Teilregion Deutschland in Bezug auf REGNIE Daten des DWD.