

Project: **374**

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

Project lead: **Klaus Keuler**

Report period: **2016-01-01 to 2016-12-31**

Unterstützt durch die umfangreichen Simulationen in diesem Projekt wurde auf der CLM-Assembly 2015 in Luxemburg die Modellversion CCLM\_5.0\_clm6 zur neuen Standardversion des regionalen Klimamodells COSMO-CLM (CCLM) erklärt. Das wesentliche Ziel dieses Projektes besteht in der Untersuchung modifizierter Konfigurationen dieser Standardversion und der Durchführung weiterer Langzeitevaluierungen.

Die Umstellung der Simulationen auf die neue Rechnerarchitektur am DKRZ gestaltete sich schwieriger als zunächst erwartet. Auf der alten Architektur (Blizzard) war die gesamte Jobsteuerung auf die Integrated Model and Data Infrastructure (IMDI) ausgerichtet. Da diese auf Mistral für die regionalen Simulationen nicht mehr zur Verfügung stand, musste die gesamte Jobsteuerung (einschließlich des Postprocessing) umgebaut bzw. neu entwickelt werden. Der dadurch bedingte Arbeitsaufwand hat dazu geführt, dass sich die Durchführung der geplanten Simulationen verzögert hat und ein Teil der bewilligten Rechenzeit nicht genutzt werden konnte.

Mit der neuen Standardversion wurden zunächst einige Testsimulationen über wenige Jahre durchgeführt, um die richtige Funktionsweise und die Reproduzierbarkeit der (Klima-)Ergebnisse zu prüfen. Die Simulationsergebnisse auf Mistral weichen von denen auf Blizzard ab. Die Abweichungen momentaner Felder (insbesondere Niederschlag) können dabei durchaus erheblich sein, zeigen aber ein rein stochastisches Muster und sind daher auf längeren Zeitskalen (> 5 Jahre) klimatologisch nicht relevant. Die Ergebnisse werden derzeit noch mit identischen Simulationen auf anderen Großrechnern außerhalb des DKRZ verglichen. Der Vergleich der Ergebnisse zeigt den Einfluss der internen Variabilität des Modells, hervorgerufen durch kleine Störungen (Abweichungen) in der numerischen Verarbeitung des jeweiligen Computers, auf unterschiedlichen Zeitskalen. Die Ergebnisse werden derzeit zentral für eine Publikation aufbereitet.

Mit der neuen Standardversion wurden zwei Simulationen auf unterschiedlichen Gittern über Europa durchgeführt, dem  $0,44^\circ$  Euro-CORDEX Gitter und dem  $0,165^\circ$  Gitter, das bisher für alle Standardevaluierungen älterer CCLM Versionen verwendet wurde. Die Unterschiede sowohl zwischen unterschiedlichen Auflösungen der gleichen Modellversion als auch zwischen den Modellversionen bei gleicher Auflösungen variieren von Region zu Region und mit der betrachteten Klimagröße, sind aber i.d.R. deutlich größer als die Variabilität auf Grund der internen Variabilität einer einzelnen Modellkonfiguration und daher als signifikant zu betrachten.

Darüber hinaus wurden einige Modifikationen der Simulationskonfiguration auf dem Euro-CORDEX Gitter mit  $0,11^\circ$  Auflösung durchgeführt und getestet. Dabei fiel eine systematische Abhängigkeit der Niederschlagsmengen vom gewählten Zeitschritt auf, die weiter untersucht wurde. Insgesamt wurden mit der neuen Standardversion 5.0 drei Simulationen mit verschiedenen Zeitschritten von 100, 90 und 80 Sekunden über jeweils fünf Jahre durchgeführt. Entsprechende Simulationen wurden anschließend auch mit der alten Standardversion 4.8 umgesetzt. Die Abhängigkeit vom Zeitschritt macht sich insbesondere in den Niederschlagsfeldern bemerkbar, zeigt aber regional starke Unterschiede (siehe Abbildung). Andere Klimavariablen wie die 2m-Temperatur oder der Bodendruck werden in ihrem Jahresgang über verschiedenen Teilgebieten weniger stark vom Zeitschritt beeinflusst und zeigen keine so auffällige systematisch Zu- oder Abnahme mit kleiner werdendem Zeitschritt. Das Problem wird derzeit mit weiteren Sensitivitätsstudien durch eine Arbeitsgruppe der CLM-Community untersucht.

Im Laufe weiterer Tests der neuen Standardversion wurden von KIT und DWD kleinere Bugs hinsichtlich des Abflusses und der Verdunstungsberechnung im Modell entdeckt und behoben. Testsimulationen zeigten jedoch keinen signifikanten Einfluss der Korrekturen auf die klimatologischen Ergebnisse. Dennoch wurde die zu diesem Zeitpunkt bereits laufende Langzeitevaluierung von CCLM\_5.0\_clm6 angehalten und mit der nun korrigierten Version

(CCLM\_5.0\_clm9) erneut gestartet. Die Simulation erstreckt sich über den gesamten verfügbaren ERA-Interim Zeitraum (1979- 2016) und wird die neue Referenz für regionale Klimasimulationen mit dem CCLM auf dem EURO-CORDEX Gebiet. Die Simulation ist aktuell noch in Bearbeitung, wird aber voraussichtlich bis Ende 2016 abgeschlossen sein. Auf der Community Assembly wurde diese CCLM-Version auf Grund der notwendigen Korrekturen und bisherigen Testergebnisse bereits zur neuen Standardversion erklärt.

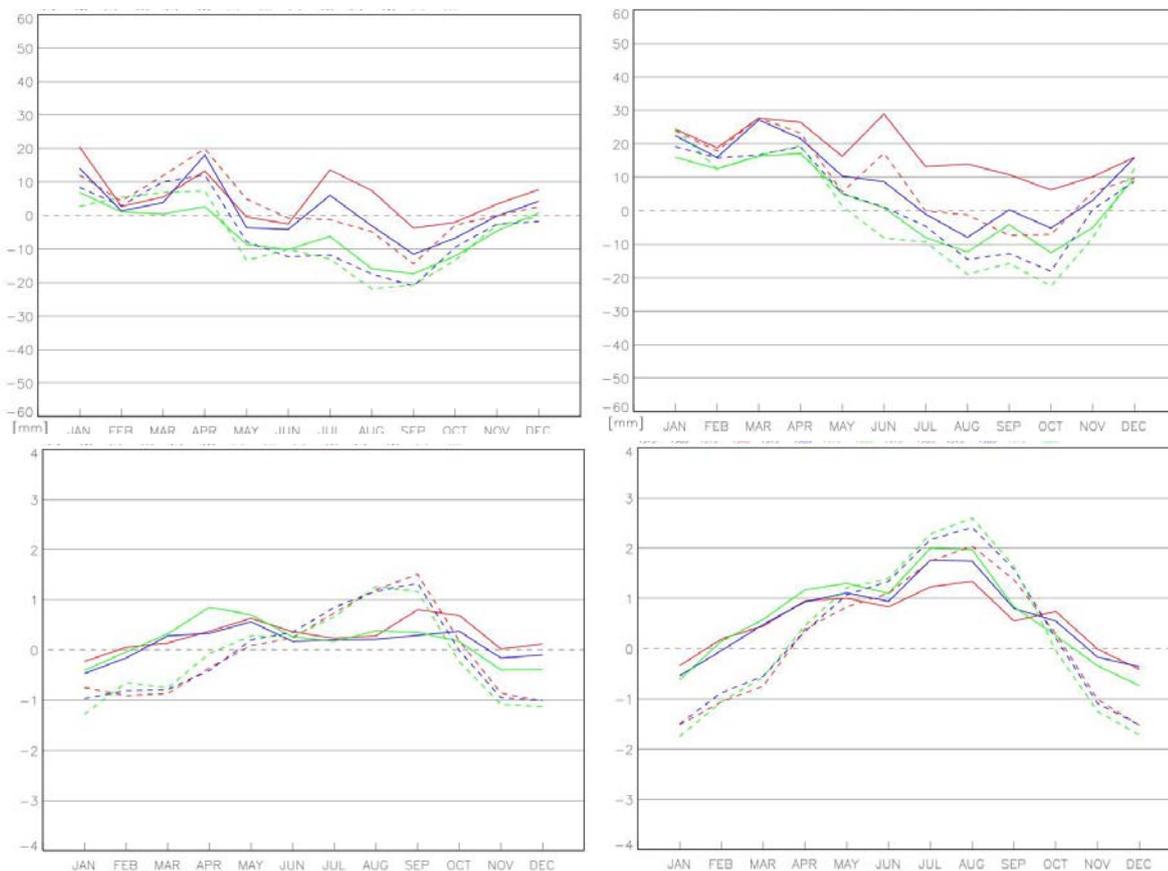


Abbildung: Niederschlagsbias (oben) und Temperaturbias (unten) fünfjähriger Monatsmittel bei drei unterschiedlichen Zeitschritten 100s (rot), 90s (blau), 80s (grün) in Simulation mit CCLM5.0 (volle Linien) und CCLM4.8 (gestrichelte Linien) für zwei verschiedenen Teilgebiete Europas, die PRUDENCE Regionen Frankreich (links) und Mittelmeer (rechts).

Ein weiteres mittelfristiges Ziel des Projektes ist die Evaluierung des ICON-Modells in einer Limited Area Version über einen klimatologischen Zeitraum und Vergleich der Ergebnisse mit der Standardevaluierung des CCLM. Hierzu wurde zunächst eine vom DWD zur Verfügung gestellte Trainingsversion des globalen ICON Modells im NWP-Mode auf Mistral installiert und die in einem Einführungs-Tutorial des DWD enthalten Simulationen auf NWP-Basis (10 Tage Simulationen) getestet. Einige Test-Cases des Tutorials konnten reproduziert werden und lieferten erste Erkenntnisse über erforderliche CPU-Zahlen und Rechenzeiten. Bei einem Preprocessing-Tool zur Anpassung von IFS-Dateien an das ICON-Gitter traten jedoch Fehler auf, deren Behebung noch zu klären ist. Danach sollen die Testsimulationen bis Jahresende abgeschlossen werden. Weitere Simulationen werden im kommenden Jahr folgen.