

Project: **374**

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

Principal investigator: **Klaus Keuler**

Report period: **2021-01-01 to 2021-12-31**

Zentrale Aufgabe dieses Projektes ist die Evaluierung des Langzeitverhaltens des regionalen Klimamodells COSMO-CLM (CCLM) in seiner jeweils aktuellen Version. Die CLM-Community plant jedoch mittelfristig, das ICON-CLM – eine Klimaversion des Vorhersagemodells ICON-NWP des DWD – als neues, verbessertes regionales Klimamodell einzuführen. Dazu wird in diesem Projekt eine objektive, vergleichende Evaluierung beider Modelle durchgeführt und die Ergebnisse in Relation zur bisherigen Standardversion CCLM5.0_clm16 gesetzt. Daraus ergeben sich für den Projektzeitraum die Durchführung und Auswertung folgender Simulationen:

1. Eine Standardevaluierung mit COSMO-CLM 5.0 _clm16
2. Eine Standardevaluierung mit COSMO-CLM 6.0
3. Ein Evaluierungslauf mit ICON-CLM

Zu 1)

Die Simulation mit CCLM5.0_clm16 war bereits im vergangenen Projektzeitraum (2020) durchgeführt worden. Zwischenzeitlich hat das ECMWF die hierfür als Antrieb verwendeten ERA5 Reanalysen jedoch für den Zeitraum 2000 – 2006 korrigiert. Um in den vergleichenden Evaluierungssimulationen einen Einfluss der Antriebsdaten vollständig ausschließen zu können, wurde die CCLM-Simulation, von einer restart-Datei ausgehend, für den Zeitraum 2000 -2020 mit den korrigierten Antriebsdaten wiederholt.

Zu 2)

Die Version 6.0 ist der letzte offizielle Release des COSMO Modells. Alle zukünftigen Modellentwicklungen des DWD werden nur noch in das neue Vorhersagemodell ICON-NWP einfließen. Für die CLM-Community wird damit auch die Klimaversion auf dem Status der Version 6.0 „eingefroren“. Für diese Version soll innerhalb der CLM-Community noch eine optimierte Konfiguration ermittelt werden, um das Modell zumindest so lange verwenden zu können, bis die noch zu prüfende und zu optimierende Performance der Klimaversion des ICON-NWP einen Wechsel auf das regionale Klimamodell ICON-CLM nahelegt. Der Release der COSMO Version 6.0 ist nach über zweijähriger Verzögerung vor wenigen Wochen erfolgt. Bei ersten Testsimulationen einer noch nicht vollständigen Vorabversion (5.09) wurde jedoch ein Fehler in der Bodenwasserbilanz festgestellt. Dieser musste zunächst in Absprache mit dem DWD korrigiert werden, so dass mit dem entsprechenden Evaluierungslauf der korrigierten Version gerade erst begonnen werden konnte. Aktuell ist die 1979 gestartete Simulation im Jahr 1991 angekommen (siehe Abb. 1) und wird nach ersten vergleichenden Analysen weiter fortgesetzt. Diese Simulation, deren Konfiguration so weit wie möglich an die Konfiguration der bisherigen Standardversion 5.0_clm16 angepasst wurde, bildet die Basis für eine Reihe weiterer Sensitivitätsstudien, die das Ziel haben, die Simulationsgüte durch Anpassungen der Konfiguration (setup) und Nutzung neuer Modelleigenschaften und modifizierter Parametrisierungen weiter zu verbessern. Zusätzlich wurde auch diese Modellversion in eine MESSY-Umgebung eingebettet. Diese ermöglicht es, dass während der Simulation weitere Diagnostiken, wie z.B. Vertikalprofile an ausgewählten Standorten oder ein implizites Radiosonden-Tracking, auf Zeitschrittbasis ermittelt, statistisch aufbereitet und ausgegeben werden können.

Zu 3)

Die Projektgruppe ICON der CLM-Community, die durch den Antragsteller koordiniert wird, befasst sich seit rund zwei Jahren mit der Anpassung und Evaluierung der regionalen Klimaversion ICON-CLM des vom DWD bereits für die Wettervorhersage genutzten ICON-NWP. Nachdem Probleme (siehe letzte Projektbericht) bei der Implementierung und Konfiguration auf Mistral behoben wurden, konnte mit ersten Testevaluierungen und Performance-Optimierungen begonnen werden. Durch eine Reihe von Parallelisierungstests konnte eine optimale Kombination von MPI-Tasks, OpenMP Threads und Hyperthreading ermittelt werden (siehe Tabelle 1).

Leider hat sich dabei ergeben, dass die Ergebnisse bei Verwendung von OpenMP nicht binär reproduzierbar sind. Als Ursache konnte das neuen Strahlungsschemas ecRad des ECMWF in Kombination mit dem Intel-Compiler identifiziert aber bisher noch nicht behoben werden. Des Weiteren wurden zusätzliche Diagnostiken in den Modellcode integriert, Konverter für die Anpassung globaler Antriebsdaten (Reanalysen, GCM output) an die Erfordernisse des ICON Inputs entwickelt und getestet und die Ablaufsteuerung der Job-Ketten vom Prä- bis zum Post-Processing mit einer diagnostischen Aufbereitung der Modellausgabe erweitert und optimiert. Detailliertere Auswertungen weiterer Testläufe haben dann eine fehlerhafte Berechnung der Abflüsse im ICON-Code bei der Verwendung von snow-tiles ergeben. In diesem Zusammenhang wurde auch eine Verletzung der Bodenwasserbilanz durch die vom Bodenmodell TERRA berechneten Flussterme festgestellt worden. Daraufhin wurde der unter 2) bereits erwähnte analoge Bug in der TERRA Version des COSMO-Modells 6.0 aufgedeckt. Die Berechnung der Abflusskomponenten wurde in Absprache mit dem DWD korrigiert und die Imbalance in der Bodenwasserbilanz um zwei Größenordnungen reduziert. Der gerade begonnene Evaluierungslauf, dessen Modellgebiet und Auflösung (R13B05) ungefähr denen des Euro-CORDEX Gebietes (ca. 12 km) entsprechen, zeigt jedoch noch größere Abweichungen von den Ergebnissen der CCLM-Simulationen und muss daher noch weiter analysiert werden.

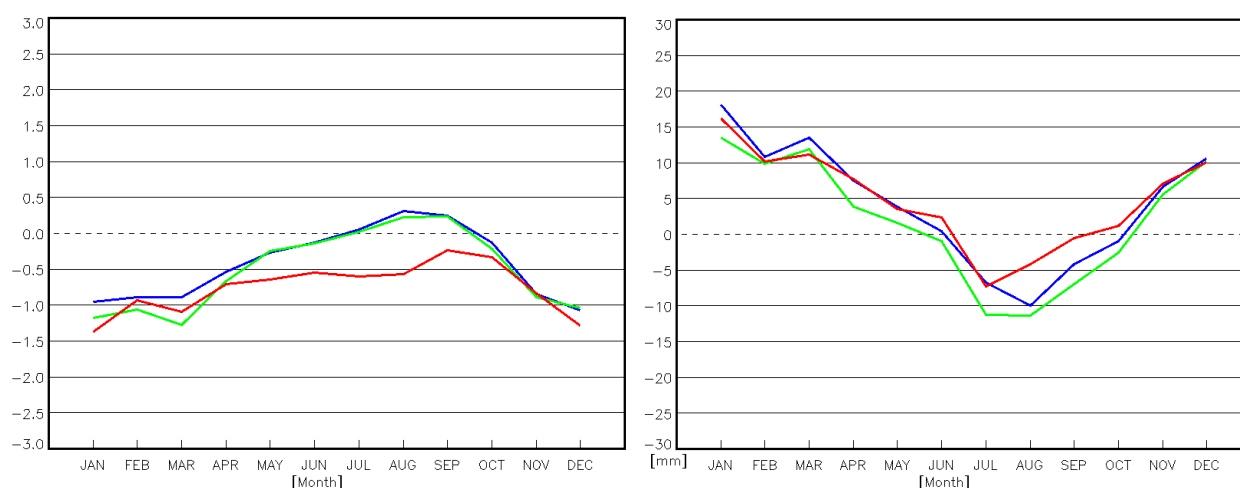


Abb.1: Bias der klimatologischen Jahresgänge der monatlichen Tagesmitteltemperatur und der Niederschlagssumme der ERA5 getriebenen Versionen 5.0_clm16 (grün) und 6.0 (rot) Simulation über der Teilregion Mitteleuropa in Bezug zu EOBS V23 Referenzdaten. Als weitere Referenz ist der Bias der 5.0_clm16 Version mit ERA-Interim Antrieb (blau) dargestellt.

Tabelle1: Rechenperformance verschiedener Parallelisierungsoptionen auf jeweils 20 bzw. 30 compute2 Nodes.

Nodes	MPI tasks/node	OpenMP threads/task	Hyperthreading	run time in hh:mm:ss	node hours
20	36	1	no	1:07:00	22.0
20	18	2	no	1:01:00	20.0
20	18	4	yes	0:59:15	20.0
20	9	8	yes	1:00:30	20.0
30	12	3	no	0:43:15	22.0
30	12	6	yes	0:41:40	21.0