

Project: **124**

Project title: **Quantification of Uncertainties in Regional Climate Simulations**

Project lead: **Klaus Keuler**

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

Zentrale Aufgabe dieses Projektes ist die Untersuchung von Unsicherheiten von Simulationsergebnissen des regionalen Klimamodells COSMO-CLM (CCLM). Dazu wurden zwei Aspekte betrachtet:

- 1) der Einfluss der Bodenkonfiguration
- 2) der Einfluss der Auflösung, insbesondere der Einfluss sehr hoher Auflösungen auf den Niederschlag

#### *Nachfolgendes zur Erläuterung der nicht verbrauchten Rechenzeit*

Die Umstellung der Simulationen auf die neue Rechnerarchitektur am DKRZ war mit Problemen verbunden. Auf der alten Architektur (Blizzard) war die gesamte Jobsteuerung des CCLM 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 Postprocessings) umgebaut bzw. neu entwickelt werden. Der dadurch bedingte Arbeitsaufwand hat dazu geführt, dass sich die Durchführung der geplanten Simulationen verzögert hat und ein großer Teil der bewilligten Rechenzeit nicht genutzt werden konnte.

#### *1) Bodenkonfiguration*

Im Rahmen der Evaluierung des CCLM durch die CLM-Community ist für alle Modellversionen in den letzten Jahren in Ost- und Südosteuropa eine deutliche Überschätzung der 2m-Temperatur im Sommer (in manchen Monaten bis zu 2,5 K) aufgetreten. Simulationen bei denen das Community Land Model (CLM) anstatt des standardmäßig verwendeten TERRA-ML für die Simulation des Bodens verwendet wurde, zeigten eine Reduzierung dieses Problems. Wichtigste Unterschiede zwischen den beiden Bodenmodellen sind die geringere Bodentiefe im TERRA-ML (15,3 m) und eine andere Behandlung des unteren Randes. Annahme für die durchgeführten Arbeiten war, dass eine größere Bodentiefe den simulierten Temperaturverlauf verbessern kann, falls die standardmäßig verwendete Tiefe in Kombination mit einer am Unterrand des Bodens konstant gehaltenen Temperatur zu gering ist für Langzeitsimulationen.

In einem ersten Test wurden zwei 10-Jahres-Simulationen auf dem 0,44° EURO-CORDEX-Gitter verglichen. Die erste Simulation wurde mit der Standard-Konfiguration durchgeführt. In der zweiten wurde der Boden im TERRA-ML erweitert (von 9 Schichten mit dem untersten Hauptlevel bei 11,5 m Tiefe auf 15 Schichten mit dem untersten Hauptlevel bei 25,4 m Tiefe, dabei wurde die Vergrößerung der Schichtdicke von Schicht zu Schicht von oben nach unten von Faktor 2 auf den Faktor 1,5 reduziert). Weiterhin wurde die zweite Simulation mit einer höheren Bodenfeuchte initialisiert. Entgegen den Erwartungen konnte damit der Warm-Bias in Ost- und Südosteuropa nicht reduziert werden. Abbildung 1 zeigt, dass die Änderung des Bodens praktisch keine Auswirkungen auf das 10a-Mittel der 2m-Temperatur im gesamten Modellgebiet hat. Auch in den einzelnen Monaten (Abbildung 2 zeigt den klimatologischen Jahresgang für die Mittelmeerregion) zeigt sich kein Einfluss auf die Temperatur, insbesondere wurde die Überschätzung in den Sommermonaten nicht reduziert.

Abbildung 2 zeigt weiterhin, dass die Wärmeflüsse am Boden eine sehr geringe Verschiebung vom sensiblen zum latenten Wärmefluss im Sommer aufweisen (Abbildung 2b und c).

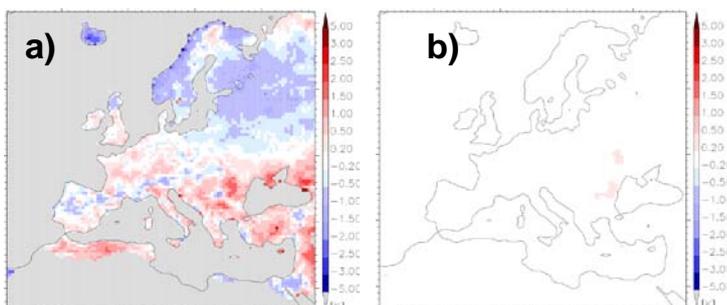
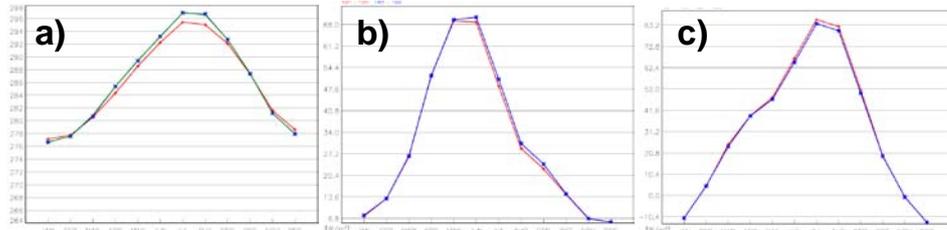


Abbildung 1: a) Die Abweichung der 2m-Temperatur für die Simulation mit erweitertem Boden von den HYRAS-Beobachtungsdaten und b) die Differenz zwischen beiden Simulationen.

Abbildung 2: Jahresgang der Mittelmeer-Region:

a) die 2m-Temperatur aus HYRAS-Daten (rot) und die Simulation mit 9 Bodenschichten (blau) und mit 15 Bodenschichten (grün),

b) der latente Bodenwärmefluss und c) der sensible Bodenwärmefluss für die Simulation mit 9 Schichten (rot) und 15 Schichten (blau).



Bereits diese grob aufgelösten Simulationen konnten zeigen, dass ein tieferer Boden im TERRA-ML den Warm-Bias nicht reduziert. Daher wurden keine weiteren, insbesondere höher aufgelösten, Simulation diesbezüglich durchgeführt. Weitere Experimente um eine verbesserte Konfiguration des Bodens zu finden sind geplant bzw. laufen bereits.

## 2) Konvektionsauflösende Simulationen

Ein zweiter Schwerpunkt des Projektes liegt in der Untersuchung der Abhängigkeit der Simulationsergebnisse von der räumlichen Auflösung. Zunehmend wird das CCLM auch für Simulationen mit sehr hohen Auflösungen im Bereich von 1-3 km verwendet, dabei werden größere Konvektionsereignisse durch die skaligen Modellvariablen explizit erfasst, sodass auf die Konvektionsparametrisierung verzichtet werden kann. Mit den hier durchgeführten Simulationen soll untersucht werden, in welchem Maße der Verlauf intensiver Niederschlagsereignisse durch die verbesserte Auflösung beeinflusst wird, bzw. welche Informationen auch aus gröber aufgelösten Simulationen bereits verlässlich abgeleitet werden können.

Genestet in eine ERA-Interim getriebene Simulation auf dem EURO-CORDEX-Gitter (450x438x40, 12 km) wurden bisher drei Episodensimulationen auf einem hochaufgelösten Gitter (590x490x40, 1,2 km; Modellgebiet in Abbildung 3a) durchgeführt. Weitere sind bis Jahresende geplant. Um alle Simulationen konsistent mit der neuen Modellversion COSMO-CLM\_5.0\_clm9 anzufertigen mussten die Läufe auf dem gröberen EURO-CORDEX-Gitter neu angefertigt werden.

Abbildung 3 zeigt die Niederschlagsverteilung für eine Episode. Das Flächenmittel im Donau-einzugsgebiet ändert sich kaum (leichte Unterschätzung gegenüber dem HYRAS-Beobachtungsdatensatz) aber die Gebiete mit höchsten Intensitäten (Schwarzwald und Alpennordrand) werden in der hochaufgelösten Simulation deutlich besser wiedergegeben (Abbildung 3). Das zeigt auch die Intensitätsverteilung der Tagesniederschläge in Abbildung 4. Lokale Extremwerte mit mehr als 70 mm/Tag, wie sie beobachtet wurden, kommen in der 12km-Simulation gar nicht vor, werden aber von der hochaufgelösten Simulation gut reproduziert. Der großflächige Bereich mit moderaten Niederschlägen im Norden wird in beiden Simulationen falsch simuliert, vermutlich bedingt durch das Forcing.

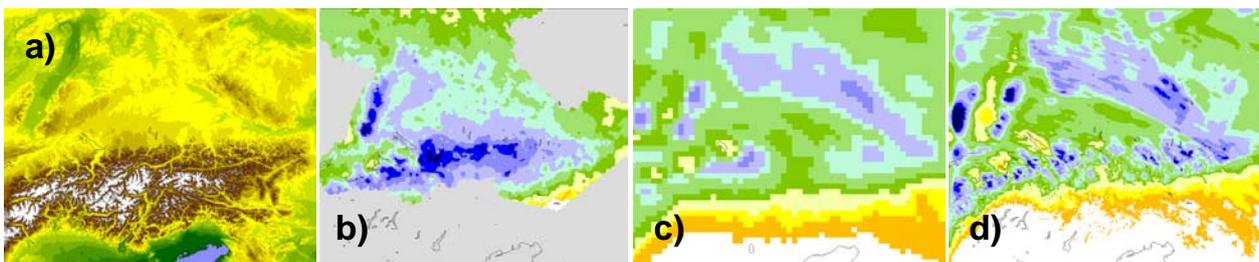


Abbildung 3: a) Modellgebiet, b) Beobachteter Niederschlag HYRAS, c) Niederschlag in der 12km-Simulation, d) Niederschlag in der 1,2km-Simulation.

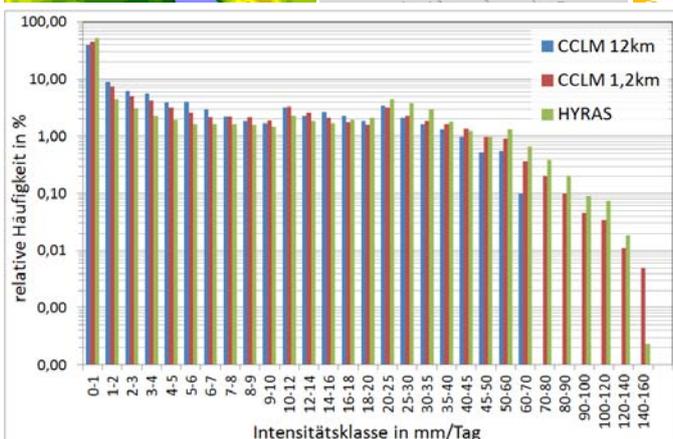


Abbildung 4: Relative Häufigkeit der Tagesniederschläge aller Gitterpunkte.