

Project: **124**

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

Principal investigator: **Klaus Keuler**

Report period: **2019-01-01 to 2019-12-31**

Text: maximum of two pages including figures.

Zentrale Aufgabe dieses Projektes ist die Untersuchung von Unsicherheiten und Sensitivitäten regionaler Klimasimulationen mit dem Modell COSMO-CLM (CCLM). Dazu sollten im Projektzeitraum zwei Aspekte untersucht werden:

- 1) Konfiguration hochaufgelöster Simulationen (CRCS)
- 2) Simulationen zum Einfluss der Landnutzung (LUCAS)

1) Konfiguration hochaufgelöster Simulationen

Mit der aktuellen Version des regionalen Klimamodells COSMO-CLM 5.0 wurden mehrere Simulationen im konvektionserlaubenden Bereich durchgeführt. Primäres Ziel dieser Simulationen ist die Untersuchung, in wie weit das Modell bei deutlich erhöhter räumlicher Auflösung Starkniederschläge und intensive Niederschlagsereignisse besser wiedergeben kann. Die Auflösung dieser Simulationen lag bei $0,011^\circ$ (rund 1,1 km) und damit zehnfach höher, als bei den Euro-CORDEX Simulationen ($0,11^\circ$), die in den vergangenen Jahren mit dem gleichen Modell für ganz Europa (Abb.1) durchgeführt wurden und auch immer noch durchgeführt werden. Bei dieser hohen räumlichen Auflösung ist die Verwendung einer Parametrisierung der hochreichenden Konvektion nicht mehr zwingend erforderlich, da wesentliche konvektive Vertikaltransporte durch das nichthydrostatische Modell bereits explizit aufgelöst werden. Die im COSMO-CLM implementierte Parametrisierung nach Tiedke ist daher bei diesen Simulationen deaktiviert worden. Das Modellgebiet umfasst den zentralen Alpenraum mit angrenzenden Bereichen Süddeutschlands und Oberitaliens (Abb.1). Um das Modell auf die neue Raumskala optimal anzupassen, wurden eine Reihe von Testsimulationen durchgeführt, bei denen verschiedene Parameter zur Konfiguration des Modells verändert wurden. Diese Testsimulationen bzw. Sensitivitätsstudien wurden gemeinsam mit anderen Mitgliedern der CLM-Community am KIT und der HZG durchgeführt und über die Arbeitsgruppe CRCS (Convection Resolving Climate Simulation) der CLM-Community koordiniert.

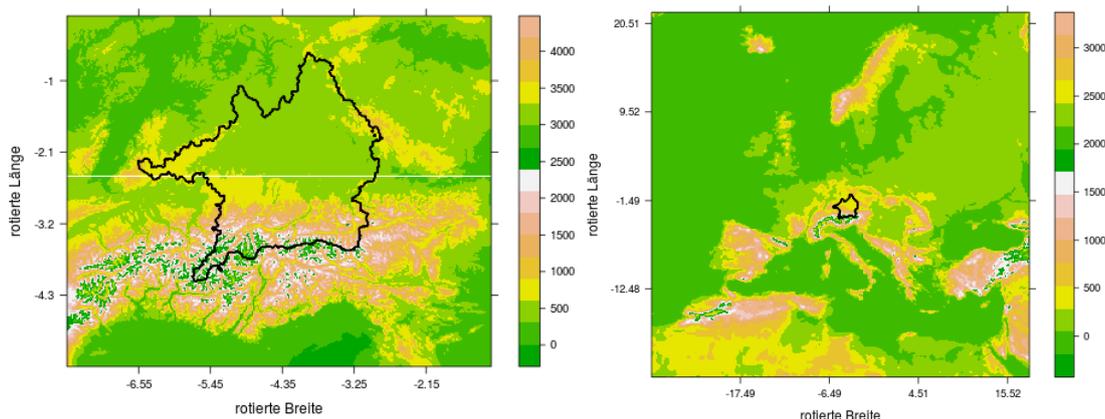


Abbildung 1: Zentrales Modellgebiet der konvektionserlaubenden Simulationen (links) im Vergleich zum Standardgebiet für Euro-CORDEX Simulationen (rechts). Das schwarz umrandete Gebiet repräsentiert das Einzugsgebiet der Donau bis zum Pegel Passau.

Mit der aus diesen Tests erhaltenen Konfiguration wurden dann verschiedene Zeitscheiben über jeweils mehrere Monate simuliert. Die Zeiträume wurden so gewählt, dass besonders intensive Niederschlagsereignisse, die in den vergangenen Jahrzehnten zu Hochwasser im deutsch-österreichischen Donaeinzugsgebiet (Abb.1) geführt haben, durch die Simulationen erfasst wurden. Die Auswertung konzentrierte sich auf

- die Verteilung und Struktur täglicher Niederschlagsfelder
- die zeitliche Abfolge des flächenintegralen Gesamtniederschlags
- und die Häufigkeitsverteilung täglicher Niederschlagsintensitäten

Zur Bewertung der Modellergebnisse dienen HYRAS-Daten als Referenz, die mit einer Auflösung von ca. 1 km für ganz Deutschland und einige angrenzende, nach Deutschland entwässernde Regionen vom DWD zur Verfügung gestellt worden waren.

Abfolge und Struktur der Niederschlagsepisoden werden von beiden Auflösungen adäquat erfasst. Allerdings zeigt die konvektionserlaubende Simulation deutlich feiner Strukturen und eine höhere räumliche Variabilität als die gröber auflösende Euro-CORDEX Simulation. Sie ist sogar größtenteils noch detaillierter, als die der Referenzdaten, deren Interpolationsalgorithmus die Beobachtungsdaten auf der betrachteten Auflösung bereits sichtbar glättet. Die zeitliche Abfolge der Niederschlagsepisoden verläuft in beiden Simulationen nahezu synchron und zeigt nur in Einzelfällen zeitliche Verschiebungen von unter einem Tag gegenüber den Referenzdaten (siehe Abb.2). Allerdings wird der gesamte tägliche Flächeneintrag in das betrachtete Einzugsgebiet von beiden Simulationen bis zu 50% unterschätzt. Insbesondere führt die verbesserte Auflösung zu keiner systematischen Erhöhung des Gesamtniederschlags. Eine Verbesserung zeigt die konvektionserlaubende Simulation jedoch bei der Intensitätsverteilung der Tagesniederschläge (Abb.3). Hier werden Intensitäten oberhalb von 80 mm/Tag simuliert, die in der gröber aufgelösten Simulation überhaupt nicht auftreten. Dafür reduziert sich der Anteil niedriger bis mittlere Intensitäten und gleicht sich mehr der Verteilung der Referenzdaten an.

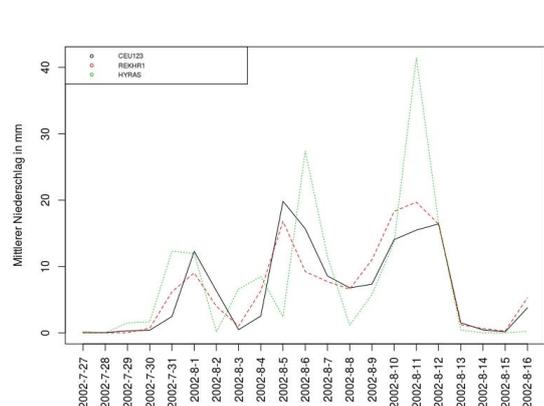


Abb. 2: Zeitlicher Ablauf des mittleren täglichen Flächeneintrags in das Donaeinzugsgebiet der hoch bzw. grob aufgelösten Klimasimulationen (rot bzw. schwarz) und der HYRAS-Daten (grün).

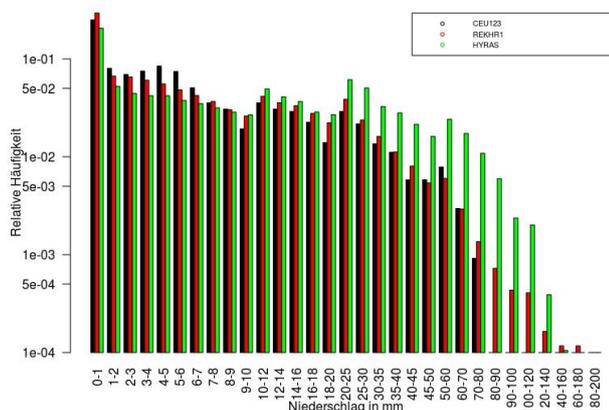


Abb. 3: Häufigkeitsverteilung gitterpunktbezogener Tagesintensitäten des Niederschlags in der hoch bzw. grob aufgelösten Klimasimulation (rot bzw. schwarz) und den HYRAS Daten (grün)

Insgesamt erscheint auch die konvektionserlaubenden Simulation noch verbesserungswürdig. Weiterer Untersuchungen sind notwendig, um insbesondere die generelle Unterschätzung des Gesamtniederschlags in solchen niederschlagsintensiven Episoden zu beheben.

2) Simulationen zum Einfluss der Landnutzung

Im Rahmen der CORDEX Flagship Pilot Study LUCAS (Land Use and Climate Across Scales) waren ursprünglich weitere Simulationen mit dem regionalen Klimamodell COSMO-CLM zum Einfluss regionaler Landnutzungsänderungen auf das regionale und lokale Klima geplant. Aufgrund nicht mehr vorhandenen Personals und einer fehlenden Projektförderung konnten diese Arbeiten jedoch nicht wie geplant durchgeführt werden. Die weitere Mitwirkung im Projekt FPS-LUCAS musste daher leider beendet werden. Die hierfür beantragte Rechenzeit wurde nicht verbraucht.