



QUIRCS

Quantifizierung von Unsicherheiten regionaler Klimasimulationen



Regionalisierung globaler Klimaszenarien mit MCCM

Hans Richard Knoche, Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-IFU), Forschungszentrum Karlsruhe

Zielstellung

Die zentralen Fragestellungen des Verbundprojekts QUIRCS lauten „Wie groß sind die Unsicherheiten derzeit genutzter regionaler Klimamodelle und Regionalisierungsmethoden unter gegenwärtigen und zukünftigen Klimabedingungen?“ und „Was sind die sensitiven Teile dieser Modelle und Simulationstechniken, die diese Unsicherheiten und Abweichungen verursachen?“ Um diesen Fragen nachzugehen, werden derzeit mit verschiedenen Modellen regionale Klimasimulationen durchgeführt, die Ergebnisse verglichen und Sensitivitäten auf bestimmte Modellparameter oder Berechnungsschemata untersucht. Das vorliegende Teilprojekt trägt durch eigene Simulationen mit dem regionalen Klimamodellsystem MCCM dazu bei.

Die grundlegenden Ziele dieses Teilprojektes sind

- globale Klimaszenarien mit MCCM zu regionalisieren und die Ergebnisse für den Modellvergleich und die Modellevaluierung innerhalb des Verbundes zur Verfügung zu stellen,
- den Einfluss der Modellauflösung auf die Regionalisierung globaler Szenarien zu untersuchen,
- genauere, komplexe Orographie besser beschreibende Schemata zu entwickeln und die dadurch erzielten Verbesserungen zu untersuchen.

Modellkonfiguration und Simulations-Setup

Das regionale Modellsystem MCCM (Multiscale Climate Chemistry Model) basiert auf dem mesoskaligen nicht-hydrostatischen Simulationsmodell MM5 (NCAR/UCAR, USA). Es ist u.a. durch zusätzlich geschaffene Präprozessorenprogramme für Klimasimulationen angepaßt und verfügt über hier nicht genutzte Chemie-Transport-Module.

Für die QUIRCS-Simulationen gewählte MM5/MCCM-Modellkonfiguration:

- Lambertsche Kegelprojektion mit terrain-folgender nicht-äquidistanter Vertikalkoordinate (24 atmosphärische Schichten)
- Haushaltsgleichungen für Druck, Temperatur, 3 Geschwindigkeitskomponenten, Wasserdampf und 4 atmosphärische Wasser/Eis-Komponenten
- Boden-Schnee-Vegetationsmodell (OSU) mit 4 Bodenschichten für Temperatur- und Feuchte
- Hong-Pan-Grenzschichtmodell (NCEP MRF)
- Wolken- und Niederschlagsbeschreibung nach Reisner (Mixed phase) bzw. Grell (Cumulus)
- Detailliertes Strahlungsmodell mit RRTM-Long Wave-Schema

Vorgesehen sind insgesamt 3 jeweils 15-jährige Simulationen globaler Klimaszenarien (Beobachtungsklima mit Antriebsdaten des ECMWF-Analysenmodells sowie Gegenwarts- und Zukunftsklima mit Antriebsdaten des Simulationsmodells ECHAM4). Die Regionalisierung der von den globalen Modellen in der Auflösung T106 (rund 125 km) gelieferten grob aufgelösten Klimadaten geschieht explizit dynamisch. Das heißt, das regionale Modell wird in das globale Modell genestet (mathematisch erfolgt dies durch Übernahme von Randwerten an den Modellbegrenzungsflächen) und mit einer Auflösung von 19,2 km kontinuierlich über den vorgesehenen Zeitraum integriert.

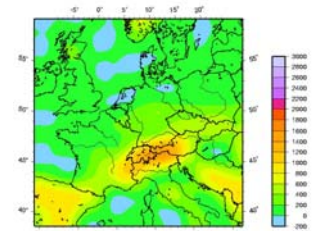


Abb 1: ECMWF-Orographie (Auflösung 125 km)

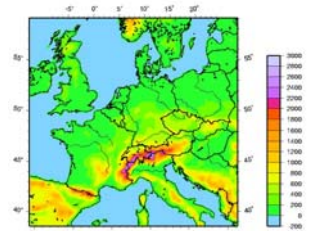


Abb 2: MM5-Orographie (Auflösung 19.2 km)

Die Abbildungen 1 und 2 zeigen den für die Nestung gewählten Modellbereich (Domain 1). Dargestellt ist die im globalen ECMWF-Modell und im regionalen MM5/MCCM-Modell verwendete, aus der jeweiligen Modellauflösung resultierende Orographie. Teilergebnisse der genesteten Simulation werden in einer zweiten Nestungsstufe für den Alpenraum mit einer Auflösung von 4,8 km weiter verfeinert. Abbildung 3 zeigt den dazu ausgewählten Modellbereich (Domain 2) mit der zugehörigen Orographie.

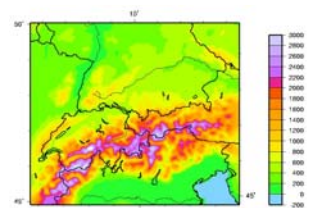


Abb 3: MM5-Orographie in der zweiten Nestungsstufe (Auflösung 4.8 km)

Ergebnisse

Für den europäischen Kontinent ist aufgrund der stark gegliederten Küste und der ausgeprägten Orographie ein deutlicher Regionalisierungseffekt durch höher auflösende genestete Simulationen zu erwarten. Dies wird durch die Ergebnisse der inzwischen abgeschlossenen Regionalisierung der ECMWF-Analysen bestätigt. Die Abbildungen 4 und 5 zeigen dazu als Beispiel die simulierte Verteilung des Jahresniederschlags und der Anzahl der Tage mit Schneedecke, jeweils für das Jahr 1992. Für diese, von der Orographie stark beeinflusste Größen ergeben sich regionale Muster auf Skalen, die deutlich unterhalb der Auflösung der ECMWF-Daten liegen.

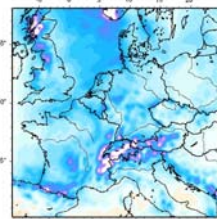


Abb 4: Mit MM5/MCCM simulierter Gesamtniederschlag 1992

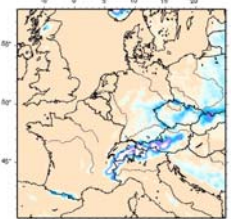


Abb 5: Mit MM5/MCCM simulierte Anzahl der Tage mit Schneedecke in 1992

Noch deutlicher zeigt sich der Regionalisierungseffekt beim direkten Vergleich der bodennahen Temperatur aus den Antriebsdaten und der entsprechenden regionalisierten Größe. Die Abbildungen 6 und 7 geben jeweils die räumliche Verteilung für den 1. Mai 1993 wieder, Abbildung 8 stellt den zeitlichen Verlauf um 00z im Mai 1993 für den nördlichen Alpenrand dar.

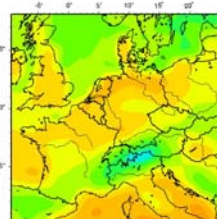


Abb 6: Bodennahe Temperatur in den ECMWF-Analysen für den 1. Mai 1993 00z

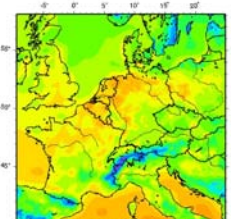
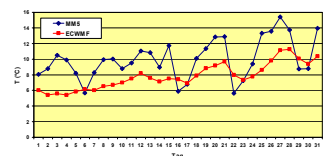


Abb 7: Mit MM5/MCCM simulierte bodennahe Temperatur für den 1. Mai 1993 00z

Abb 8: Zeitreihe der bodennahen Temperatur am nördlichen Alpenrand aus ECMWF-Analysen und der MM5/MCCM-Simulation für den Mai 1993.



Ein Vergleich der simulierten 2m-Temperatur und der vom DWD aufbereiteten Beobachtungswerte (Abb. 9) zeigt, daß das regionale Modell die Temperaturverteilung in Deutschland recht gut wiedergibt. Insgesamt jedoch werden zu niedrige Temperaturen simuliert, wobei die größten Abweichungen über den Ballungsgebieten (Rhein-Ruhr, Rhein-Main, Berlin, Sachsen) auftreten.



Abb 9: Differenz zwischen simulierter und beobachteter 2m-Temperatur (1979-1990)

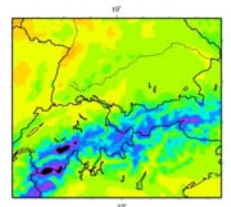


Abb 10: Mit MM5/MCCM in der zweiten Nestungsstufe simulierte bodennahe Temperatur für den 1. Mai 1993 00z

Zwischenzeitlich wurde mit den Simulationen der zweiten Nestungsstufe begonnen. Die Abbildung 10 zeigt den Einfluß der weiter gesteigerten Auflösung auf die bodennahe Temperatur im Modelldomain 2. Dargestellt sind wie in den Abbildungen 6 und 7 die Verhältnisse für den 1. Mai 1993 00z. Inwieweit durch die höhere Auflösung eine Verbesserung der Ergebnisse erreicht werden kann, muß bei Vorliegen weiterer Simulationsdaten noch untersucht werden.

