



QUIRCS Quantifizierung von Unsicherheiten regionaler Klimasimulationen



Teilprojekt: Quantifizierung von Ungenauigkeiten und Verbesserung von Regionalisierungsmethoden

Dietrich Heimann, Maria José Costa Zemsch

Zielstellung

Eingebettet in das DEKLIM-Verbundvorhaben "Quantifizierung von Ungenauigkeiten regionaler Klima- und Klimaänderungssimulationen" beabsichtigt das Teilvorhaben

- im Sinne einer Studie dynamische und statistisch-dynamische Regionalisierungsmethoden zu vergleichen und ihre jeweiligen Fehler abzuschätzen,
- im Sinne einer wissenschaftlichen Entwicklung die statistisch-dynamische Regionalisierungsmethode in Bezug auf Genauigkeit und Effizienz zu verbessern und
- im Sinne der angewandten Forschung alternative regionale Simulationsstrategien zu projektieren, die bezüglich gegebener Problemstellungen optimiert sind.

Hieraus ergeben sich folgende wissenschaftliche Arbeitsziele:

- Erarbeitung von Kriterien zur Beurteilung von Regionalisierungsmethoden in Hinblick auf Fehler (Genauigkeit) und Recheneffizienz.
- Weiterentwicklung und Optimierung des statistisch-dynamischen Regionalisierungsverfahrens als effiziente Alternative zur dynamischen Regionalisierung.
- Projektierung alternativer regionaler Simulations- und Regionalisierungsstrategien (z.B. Ensemblesimulationen) für spezielle Bedarfsfälle.

Durchgeführte Arbeiten

Die Arbeiten setzen den Bezug von Analysedaten (ERA15¹⁾: gegenwärtiges Klima) und GCM-Daten (ECHAM²: gegenwärtiges Klima - Kontrolllauf und ein zukünftiges Klima - Szenariolauf) sowie den jeweils dazugehörigen RCM-Daten (REMO²) voraus. Der erste Datensatz (RCM-Lauf basierend auf ERA15-Analysedaten) wurde im August 2003 vom Projektpartner MPI geliefert. Er konnte noch nicht umfassend ausgewertet werden.

Die bisherigen Arbeiten konzentrierten sich auf die Entwicklung von Auswertesoftware und Methodentests auf der Grundlage der bereits vorhandenen ERA15-Analysedaten und vorläufigen Ergebnissen einer mit ERA15-Analysen angetriebenen Simulation mit einer älteren REMO-Version.

¹) des ECMWF, ²) des MPI für Meteorologie

Statistisch-dynamische Regionalisierung

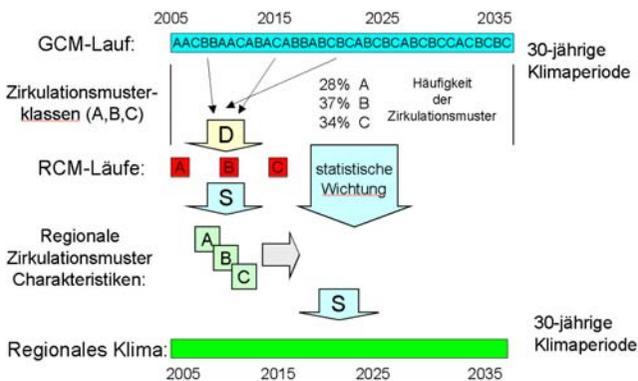


Abb 1: Prinzip der statistisch-dynamischen Regionalisierung

Methodik

Statistisch-dynamische Regionalisierungsverfahren beruhen auf großräumigen Zirkulationsmusterstatistiken (Großwetterlagenstatistiken) und RCM-Simulationsergebnissen und erlauben flächendeckende Aussagen zum regionalen Klima (Abb. 1). Sie erfordern im Gegensatz zur dynamischen Regionalisierung einen erheblich geringeren Rechenaufwand. Beispiele für diese Methode sind Frey-Buness et al. (1995), Harlander (1997), Fuentes und Heimann (2000), Heimann und Sept (2000) und Busch und Heimann (2001).

Die statistisch-dynamische Verfahren bieten z.B. Vorteile, wenn mehrfach genestete RCM-Simulationen mit hoher Auflösung für Teilräume durchgeführt werden sollen (SDD) oder die Ergebnisse gekoppelter GCM/RCM-Simulationen auf längere Zeiträume projiziert werden sollen (SDE). Sie können aber auch zur Diagnose langjähriger gekoppelter GCM/RCM-Simulationen herangezogen werden. Insbesondere kann die Auswirkung von Häufigkeitsänderungen von Wetterlagen auf das regionale Klima isoliert werden.

Ergebnisse

Die Resultate des von ERA15-Daten angetriebenen REMO-Laufs L199 (Auflösung ~18 km) wurden einem statistisch-dynamischen Verfahren unterzogen. Dabei wurden 22 Großwetterlagen (Zirkulationsmuster im Ostatlantisch-Europäischen Raum) auf der Grundlage der 500-hPa Geopotenzials objektiv gebildet. Die Wetterlagen umfassen Episoden zwischen 2 und 5 Tagen. Jede Wetterlagenklasse wird durch eine typische Episode charakterisiert.

Im folgenden Beispiel wurden die Sommertage des 10-jährigen Zeitraums 1979-1988 herangezogen. Dieser umfasst 920 Tage. Die typischen Episoden der 22 Klassen setzen sich aus lediglich 84 Tagen zusammen. Werden die Episodenergebnisse mit der Häufigkeit der jeweils zugehörigen Wetterlage gewichtet, so kann die Sommer-Mitteltemperatur abschätzt werden. Vergleicht man die so gefundene Verteilung der Sommer-Mitteltemperatur (Abb. 2 Mitte) mit der auf allen 920 Tagen basierenden Verteilung (Abb. 2 links), so erhält man Abweichungen von maximal 1 Kelvin (Abb. 2 rechts). Das heißt, dass man die Sommer-Mitteltemperatur auf der Grundlage von weniger als 10% der Regionalmodell-Information mit einer Genauigkeit von ± 1 K, in den meisten Gebieten sogar $< 0,5$ K, abschätzen kann.

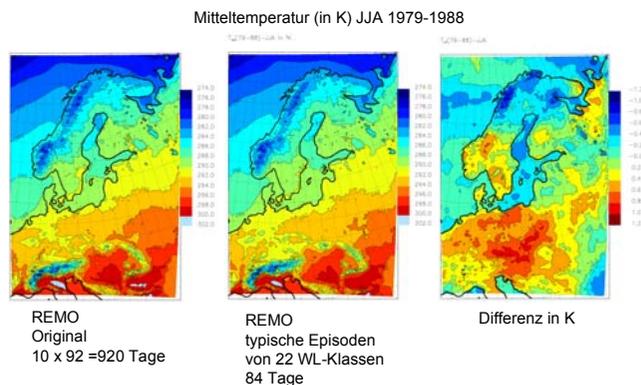


Abb 2: Regionalisierte Sommer-Mitteltemperatur auf der Basis von ERA15/REMO-Daten

Eine weitere Anwendung der statistisch-dynamischen Verfahren besteht in der Diagnose von Regionalklimasimulationen. Im folgenden Beispiel wurde die Jahr-zu-Jahr-Variabilität des Gebietsmittels (5°-15° E, 47°-55° N) der Sommer-Mitteltemperatur mit Hilfe der Klassenmittelergebnisse der Gesamtperiode und der sich von Jahr zu Jahr ändernden Häufigkeiten der Klassen nachgebildet.

In der Abb. 3 sind die mit REMO berechneten 10-jährigen Verläufe der Sommermittelergebnisse der Temperatur (links) und des Niederschlags (rechts) den abgeschätzten Verläufen gegenübergestellt. Außerdem sind die Beobachtungen (Mittelwert aus vier Stationen) eingetragen. Es zeigt sich, dass sich bei Verwendung der Klassenmittelergebnisse aus allen zur jeweiligen Klasse gehörenden Episoden 77% der Jahr-zu-Jahr-Variabilität der Temperatur, bzw. 71% der Jahr-zu-Jahr-Variabilität des Niederschlags, durch die sich von Jahr zu Jahr ändernden Wetterlagenhäufigkeiten erklären lassen.

Im weiteren Verlauf des Projekts soll mit derartigen Analysen geklärt werden, inwieweit sich regionale Klimaänderungen auf Grund geänderter Zirkulationsmusterstatistiken erklären lassen.

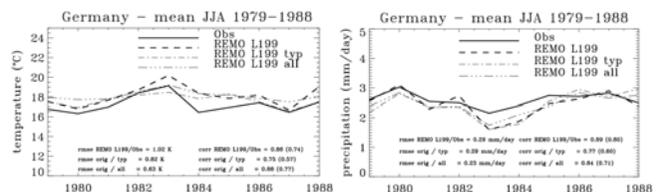


Abb 3: Jahr-zu-Jahr Variabilität der Sommermittelergebnisse der Temperatur und des Niederschlags bezogen auf das Gebiet Deutschland (5°-15° E, 47°-55° N). Beobachtung³⁾ (Obs), REMO (alle Tage), REMO typische Episoden (typ), REMO alle Episoden (all).

³⁾ Mittel aus den Beobachtungen von Berlin, Hannover, Stuttgart und München

Kontakt:

Dr.habil. Dietrich Heimann, DLR - Institut für Physik der Atmosphäre
Oberpfaffenhofen, 82234 Weßling
Tfn: 08153/28-2508, Tfx: 08153/28-1841, eMail: d.heimann@dlr.de

