

# JAHRESZWISCHENBERICHT

## “Quantifizierung von Ungenauigkeiten regionaler Klima- und Klimaänderungssimulationen” (QUIRCS)

*Auftragnehmer:* Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Meteorologie und Klimaforschung, Bereich Atmosphärische Umweltforschung (IMK-IFU)  
Projektleiter: Richard Knoche

*Kennzeichen:* 01 LD 0026/IMK

*Vorhaben:* Regionalisierung globaler Klimaszenarien mit MCCM

*Laufzeit:* 01.10.2001 – 30.09.2005

*Berichtszeitraum:* 01.01.2002 – 31.12.2002

### 1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

Die im Berichtszeitraum erzielten Ergebnisse betreffen vor allem

- die Erweiterungen und Verbesserungen des MM5/MCCM-Modellsystems in Hinblick auf die vorgesehenen Klimasimulationen mit Antrieben aus ECMWF-Reanalysen und ECHAM-Simulationsdaten,
- die Spezifizierung und das Austesten der Modellierungsstrategie insbesondere des Nestungsvorgehens sowie die Prüfung und Beurteilung von Alternativen und
- die Regionalisierung der ECMWF-Reanalysen durch zweifach genestete MCCM-Simulationen für die ersten Monate des vorgesehenen Simulationszeitraums.

Zu den wichtigsten Erweiterungen im MM5/MCCM-Modellsystem gehört die Entwicklung und Integration eines Präprozessors zur Übernahme von Daten aus externen Modellen in die MM5/MCCM-Modellkette. Die im DEKLIM-Projekt als Antriebsdaten zur Verfügung gestellten ECMWF-Felder liegen auf den Original-Modellflächen (Hybridkoordinaten-Flächen) in einem Gauß'schen Gitter vor. Der neu geschaffene Präprozessor überträgt diese ECMWF-Felder auf Druckflächen in einem regelmäßigen Latitude-Longitude-Gitter und erzeugt daraus die im MM5/MCCM-System benötigten Felder. Daneben wurden Tools zur Analyse und Darstellung der ECMWF-Originaldaten erstellt.

Weitere Modellarbeiten betreffen Art und Umfang des Modelloutputs und die statistische Aufbereitung der Ergebnisse. Das MCCM-Simulationsmodell wurde um einige Berechnungs- und Output-Routinen ergänzt. Zusammen mit ebenfalls neu erstellten Postprozessoren können nun die für den Modellvergleich benötigten Parameter und Kenngrößen produziert und in der erforderlichen Form bereit gestellt werden.

Die angestrebte, vergleichsweise lange Simulationsdauer und die am IMK-IFU begrenzte Rechner- und Speicherkapazität machen es erforderlich, für die Regionalisierung der globalen ECMWF-Analysen mit MCCM einen optimalen Kompromiss zwischen physikalischen Erfordernissen und benötigten Rechnerressourcen zu finden. Deshalb wurden zunächst verschiedene Nestungsstrategien und unterschiedlich große Modelldomains auf ihre Eignung untersucht. Die Ergebnisse von Testsimulationen und die Abschätzung der für die verschiedenen Varianten erforderlichen Rechenzeit ließen schließlich eine zweifache Nestung als sinnvolle Vorgehensweise erscheinen: In einer ersten Nestungsstufe werden die globalen Daten mit MCCM in einer Auflösung von rund  $\frac{1}{2}$  Grad regionalisiert. Das dabei verwendete Modellgebiet umfaßt nahezu ganz Europa, das Mittelmeergebiet und den Ostatlantik (vgl. Abb. 1 oben). In einer nachfolgenden zweiten Nestungsstufe mit einer Auflösung von rund  $\frac{1}{6}$  Grad werden die

simulierten Felder nochmals verfeinert. Aufgrund der höheren Auflösung und des daher erforderlichen kleineren Zeitschrittes macht diese MCCM-Simulation den Großteil des insgesamt erforderlichen Rechenaufwandes aus. Da durch Zwischenschaltung der 1. Nestungsstufe der Skalensprung vom ECMWF-Modell in das MCCM-Modell abgemildert ist, konnte der Modellbereich für die zweite Nestungsstufe erheblich verkleinert werden. Die Abbildung 1 unten zeigt das ausgewählte Gebiet. Es umfasst Deutschland und einen Umgebungsstreifen von etwa 350 bis zu 800 km. Im Süden reicht der Modellbereich weit ins Mittelmeergebiet hinein, so dass eine durch Randeffekte möglichst ungestörte Umströmung der Alpen gewährleistet ist.

Im Vorgriff auf die in diesem Projekt ebenfalls geplanten Empfindlichkeitsstudien bzgl. der Modellauflösung wurde eine weitere 3. Nestungsstufe mit einem auf den Alpenraum und das nördliche Alpenvorland beschränktem Modellgebiet und einer Auflösung von rund 6 km eingerichtet. Die für die MCCM-Simulationen benötigten geographischen Grundfelder wie Land-See-Maske, Orographiehöhe, Landnutzungsart und Bodentyp wurden für die 3 Modellgitter der verschiedenen Nestungsstufen erstellt und auf Konsistenz geprüft.

Mit den eigentlichen MCCM-Simulationen konnte erst gegen Ende des Berichtszeitraums begonnen werden. Erste Auswertungen des Modelloutputs zeigten, dass das Modell technisch korrekt arbeitet und offenbar keine größeren meteorologischen bzw. klimatologischen Defizite in den Ergebnissen aufweist. Eine detailliertere statistische Analyse ließ der zu Jahresende noch geringe Simulationszeitraum nicht zu. Die Abbildung 2 zeigt als Beispiel den auf N.N. reduzierten Luftdruck vom 4. Februar 1979 um 00 z aus den ECMWF-Reanalysen (Abb. 2 oben) und zum Vergleich das entsprechende Feld aus der regionalen MCCM-Simulation (Abb. 2 unten). Im vorliegenden Beispiel simuliert MCCM weitgehend eine ähnliche Druckverteilung wie das antreibende ECMWF-Modell. Es zeigen sich jedoch auch Regionalisierungseffekte. So ist in MCCM das Mittelmeertief deutlich stärker vom nordeuropäischen Tiefdrucksystem getrennt. Ursache dürfte u. a. die im Regionalmodell stärker ausgeprägte Orographie sein, hier insbesondere die stärker hervortretende Barrierewirkung der Alpen.

## **2. Aktueller Stand und weiteres Vorgehen**

Im Laufe des Jahres 2002 wurden die benötigten ECMWF-Modelldaten per Filetransfer vom DKRZ-Datenarchiv in Hamburg auf das Rechnersystem des IMK-IFU übertragen. Insgesamt mussten rund 22000 Dateien mit einem Umfang von mehr als 700 GigaByte transferiert werden. Die übertragenden Daten wurden zunächst als Ganzes archiviert und anschließend auf den für die regionalen Simulationen benötigten Gebietsausschnitt reduziert und nochmals gesichert. Bei einer formalen Prüfung erwiesen sich einige Dateien als fehlerhaft und mussten nochmals prozessiert werden.

Kurz vor Jahresende waren die Antriebsdaten in einem mehrstufigen Präprozessing-Prozess für das erste zu simulierende Jahr aufbereitet. Da der zugehörige Arbeitsaufwand vergleichsweise gering ist, die Speicherung der aufbereiteten Daten aber sehr viel Speicherkapazität verschlingt, werden weitere Antriebsdaten erst unmittelbar vor Beginn eines nächsten Simulationsabschnitts aufbereitet und jeweils für maximal ein Jahr Simulationszeit vorgehalten.

Mit den eigentlichen regionalen MCCM-Simulationen konnte erst gegen Ende des Jahres begonnen werden. Da alle erforderlichen Daten vorliegen bzw. die zur Bearbeitung benötigten Tools und Präprozessoren erstellt sind, können die Simulationen in 2003 zügig weitergeführt werden. Gleichzeitig kann bereits mit der statistischen Aufbereitung des Outputs und der detaillierten Analyse der Ergebnisse begonnen werden.

### **3. Aussichten für das Erreichen der Ziele**

Es kann weiterhin davon ausgegangen werden, daß die vorgesehenen Ziele in dem veranschlagten Projektzeitraum erreicht werden können. Die Verzögerung aufgrund des verspäteten Beginns der regionalen MCCM-Simulationen kann ohne weiteres aufgeholt werden.

### **4. Ergebnisse Dritter**

Es sind zwischenzeitlich keine Fakten bekannt geworden, die das vorliegende Teilprojekt in der Durchführung oder hinsichtlich der Zielsetzung beeinflussen.

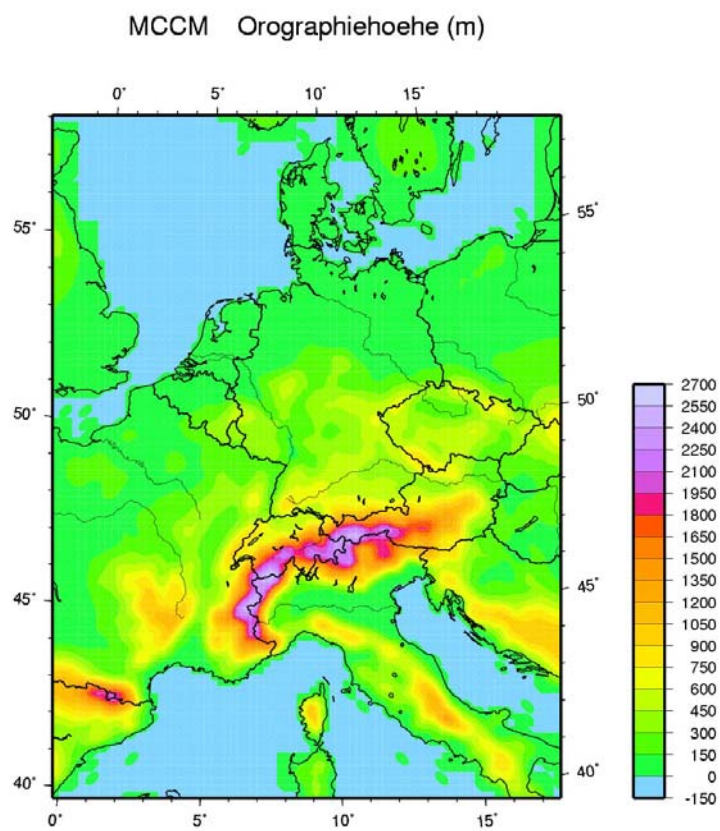
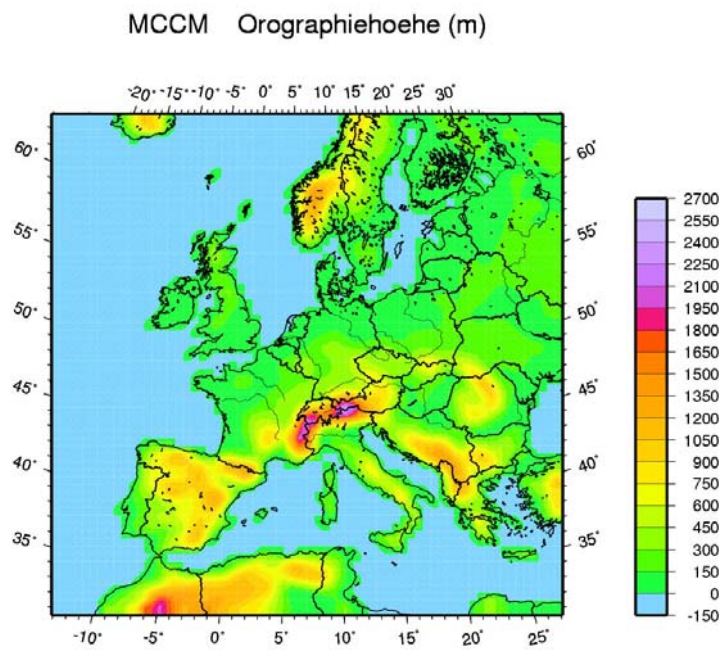
### **5. Änderungen an der Zielsetzung**

Eine Änderung der Zielsetzung ist nach vorliegendem Kenntnisstand nicht erforderlich.

### **6. Fortschreibung des Verwertungsplans**

Die im Projektantrag formulierten Angaben zu wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Erfolgsaussichten und zur wissenschaftlichen Anschlußfähigkeit können weiterhin aufrecht erhalten werden.

## Anlage 1: Abbildungen

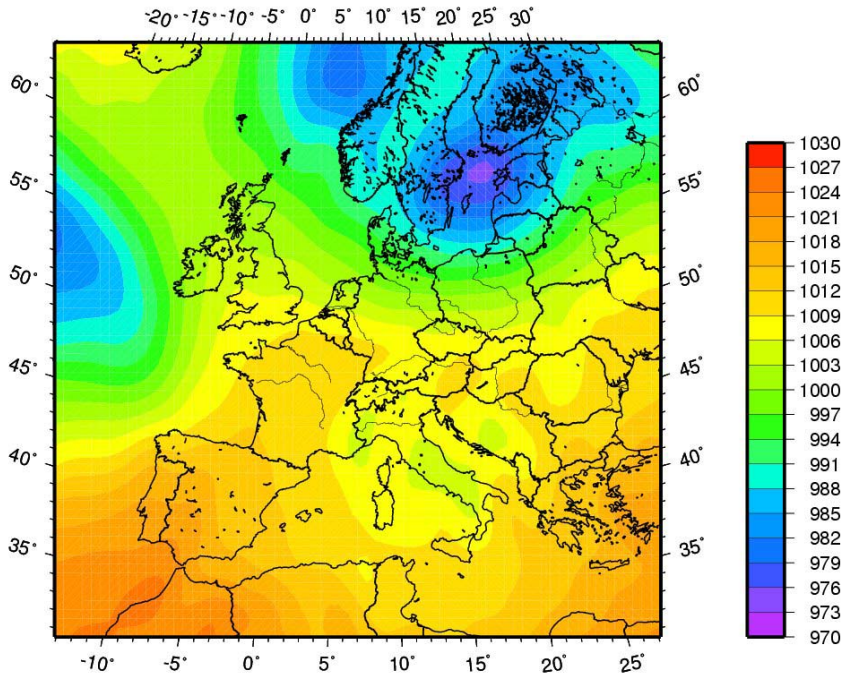


### **Abbildung1:**

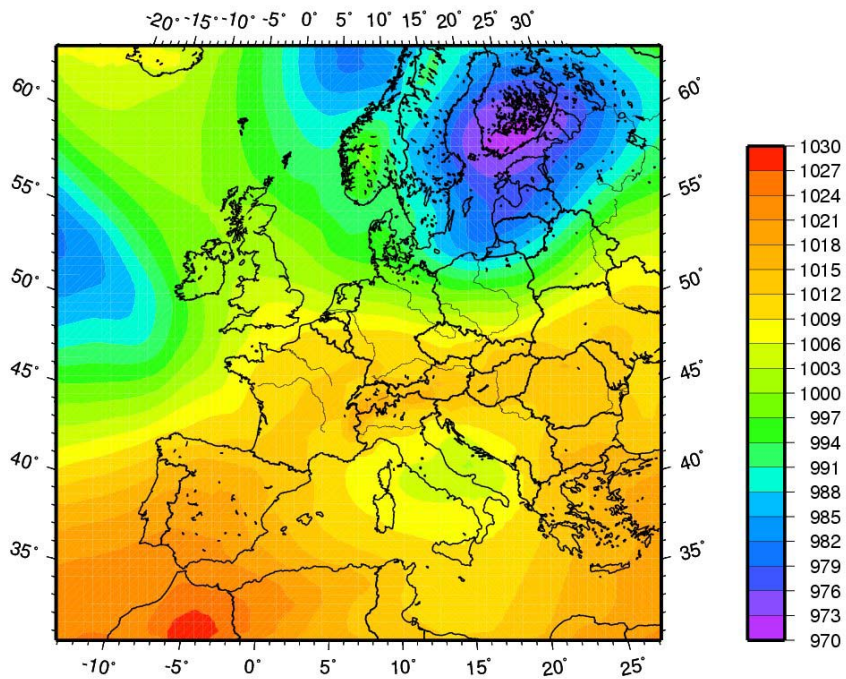
Orographiehöhe in der Auflösung  $\frac{1}{2}$  Grad im MCCM-Modellbereich der 1. Nestungsstufe (oben) und Orographiehöhe in der Auflösung  $\frac{1}{6}$  Grad im MCCM-Modellbereich der 2. Nestungsstufe (unten)

Anlage 2: Abbildungen

ECMWF 04.02.1979 00z PSLV (hpa)



MCCM 04.02.1979 00z PSLV (hPa)



**Abbildung 2:**

*Auf N.N. reduzierter Luftdruck für den 4. Februar 1979 00z aus ECMWF-Reanalysen (oben) und aus der MCCM-Simulation (unten)*