



Poster 1

Was leisten regionale Klimasimulationen ?

Projektziel

Erstellung und Bewertung eines Klimaszenarios für Deutschland

Umsetzung

- Simulation eines regionalen Klimaszenarios

Regionalisierung einer globalen Klimasimulation mit unterschiedlichen regionalen Klimamodellen und Regionalisierungsmethoden (Szenarioexperiment)

- Quantifizierung der Modellunsicherheiten

Reproduktion des gegenwärtigen Klimazustandes mit unterschiedlichen regionalen Klimamodellen und Regionalisierungsmethoden und Vergleich der Simulationsergebnisse mit verschiedenen Referenzdatensätzen (Evaluierungsexperiment)

- Bewertung der Änderungssignale

Überprüfung der statistischen Signifikanz der simulierten Klimaänderungen und Vergleich der Stärke der Änderungen mit den quantifizierten Unsicherheitsbereichen

Evaluierungsexperiment

Simulation der Periode 1979 - 1993 für Mitteleuropa

- Verwendete Modelle

REMO 5.0 Kontinuierliche Langzeitsimulation (dynamisch genestet) mit zeitabhängigen Randwerten aus ECMWF Reanalysen (ERA 15).
REMO 5.3
MM5
CLM 2.0
CLM 2.1

Modellauflösung ca. 18 km, 20 Schichten

REMO stat.dyn. Statistische Rekombination von Einzelepisoden aus REMO 5.1 Simulation (Poster 5)

- Referenzdaten

Aus Stationsbeobachtungen interpolierte Rasterdaten für verschiedene Klimaparameter (Poster 4,6)

- Auswertung

Vergleich von klimatologischen Monats- und Jahresmitteln (Poster 3) und Quantifizierung der Unterschiede durch objektive Abstandsmaße (Poster 6)

Szenarioexperiment

Simulation zweier 30-jähriger Klimaperioden

- Simulationsperioden

Kontrollklima: 1960 - 1989 (PDC, present-day climate)
Klimaszenario: 2070 - 2099 (FCS, future climate scenario)

- Antriebsdaten für die regionalen Simulationen

Globale Klimasimulation mit ECHAM4-T42+OPYC (1860 - 2100), Anstieg der Treibhausgaskonzentrationen ab 1990 entsprechend IPCC Szenario SRES B2.

- Nestungsstrategie (Downscaling-Methode)

Verfeinerung der Auflösung über mehrere Nestungsstufen (Abb. 1) und Simulation mit drei verschiedenen Regionalmodellen

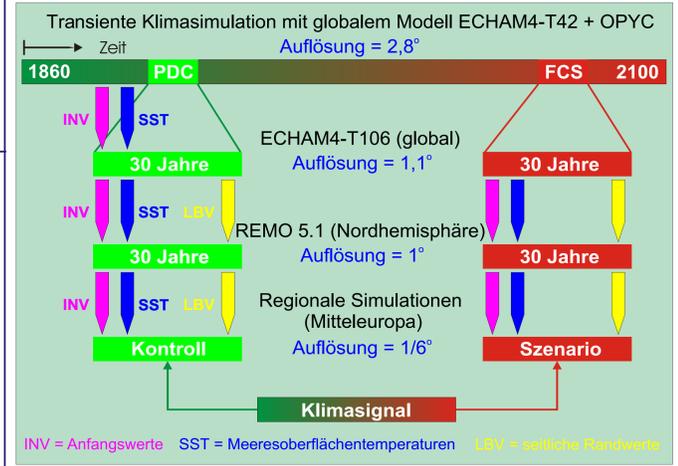


Abb. 1: Downscaling-Verfahren der regionalen Klimasimulationen

Auswertung

Aus jeder Simulation und jedem Referenzdatensatz werden für eine Reihe von Parametern (Poster 6) klimatologische Monats- und Jahresmittelwerte über verschiedenen Teilregionen berechnet. Die Abweichungen der Evaluierungsexperimente von den verfügbaren Referenzdaten beschreiben die Schwankungsbreite (den Unsicherheitsbereich) der Modelle bei der Wiedergabe des gegenwärtigen Klimas (farbige Balken in Abb. 2 u. 3). Der Vergleich der Szenariosimulationen mit den jeweiligen Kontrollsimulationen liefert die gesuchte Klimaänderung und deren Schwankungsbreite (Quadrate mit Fehlerbalken in Abb. 2 u. 3), die durch Unterschiede der eingesetzten regionalen Modelle bedingt ist.

Interpretation

Die Bewertung der Klimaänderungen erfolgt nach zwei Kriterien:

- Statistische Signifikanz der Änderungssignale
- Stärke der Änderung im Vergleich zum Unsicherheitsbereich

Eine Klimaänderung wird als **relevant** angesehen, wenn sie sich einerseits in allen Regionalsimulationen als statistisch signifikant erweist (farbig hervorgehobene Quadrate in Abb. 2 u. 3) und sich andererseits vom quantifizierten Unsicherheitsbereich abhebt. Klimaänderungen, deren Größe innerhalb des Unsicherheitsbereiches liegen, könnten auch durch Abweichungen der Evaluierungsexperimente von den Referenzdaten erklärt werden.

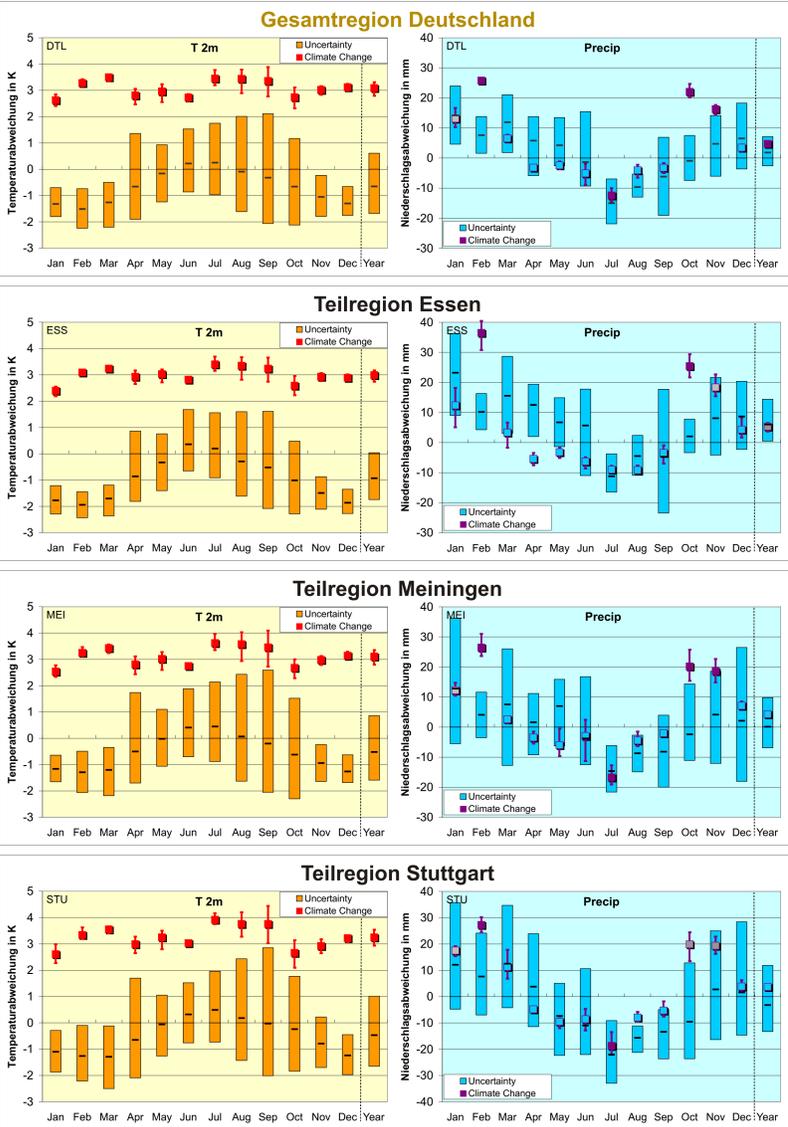


Abb. 2: Unsicherheitsbereiche (Balken) und simulierte Klimaänderungen (Quadrate mit Schwankungsbereich) im Jahresgang für verschiedene Teilregionen Deutschlands. Graue (blaue) Quadrate zeigen an, dass die Änderungen nur in einigen Simulationen (in keiner Simulation) auf einem 95%-Niveau statistisch signifikant sind. Die Angaben zu den Jahresniederschlägen (Year) sind auf Monatsmittelwerte bezogen.

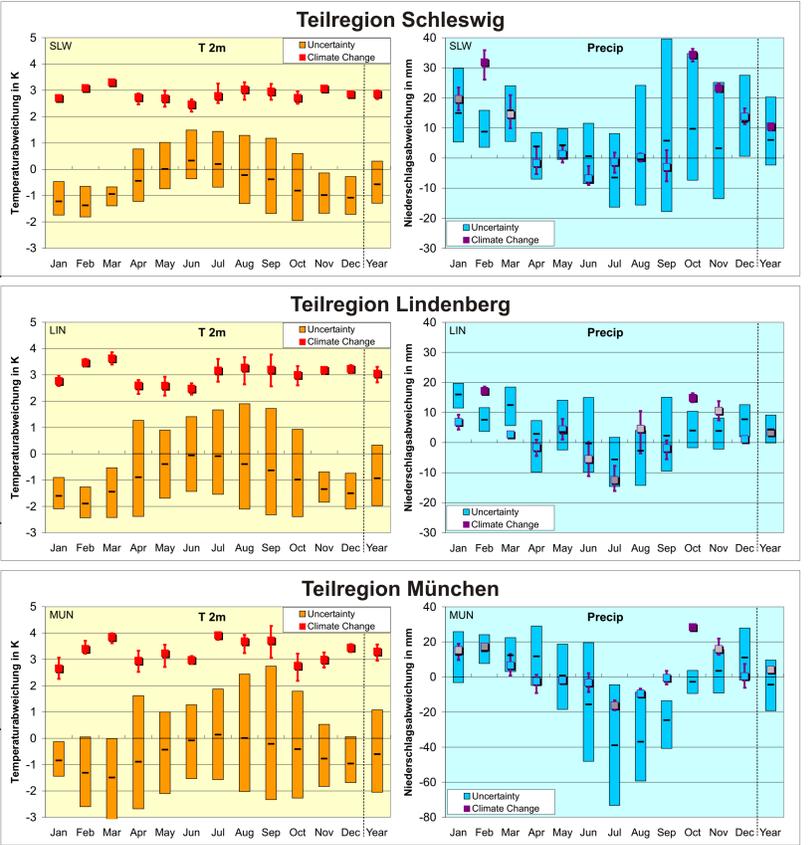


Abb. 3: Unsicherheitsbereiche (Balken) und simulierte Klimaänderungen (Quadrate mit Schwankungsbreite) für die Jahreshäufigkeiten von signifikanten (> 1mm) und intensiven (> 10mm) Niederschlagstagen und von Sommer- und Frosttagen für verschiedene Teilregionen Deutschlands. Quadrate in der Farbe der Balken, in grau oder in dunkelgrün zeigen an, dass die simulierten Klimaänderungen in keiner, in einigen oder in allen Simulationen auf dem 95%-Niveau statistisch signifikant sind.

Folgerungen

Die simulierten Temperaturanstiege zwischen 2.5 - 4.0 K, mit maximaler Erwärmung im Feb./März und Juli-August, können für alle Teilregionen und Jahreszeiten als relevant angesehen werden.

Die Niederschlagsänderungen in Deutschland sind zu gering, bzw. die Unsicherheitsbereiche in den Simulationen zu groß, um verlässliche Änderungssignale feststellen zu können (Abb. 2):

- die leichte Zunahme des Jahresniederschlags ist nur teilweise signifikant und bleibt innerhalb des Unsicherheitsbereiches,
- nur die z. T. erheblichen Zunahmen im Februar und Oktober (bis 40 mm bzw. bis 35 mm für Westdeutschland) sind signifikant und ragen aus den Unsicherheitsbereichen heraus,
- der Abnahmen im Sommer sind nur im Juli und für einige Teilregionen (bis 20 mm in Süddeutschland) signifikant, bleiben aber im Unsicherheitsbereich.

Die leichte Abnahme der Niederschlagstage (Abb. 3) ist nur in Süddeutschland teilweise signifikant. Der Anstieg der intensiven Niederschlagstage um bis zu 6 Tage ist hingegen in fast allen Teilregionen signifikant und liegt bis auf Schleswig auch außerhalb des Unsicherheitsbereiches der Modelle.

Die Zahl der Sommertage nimmt überall (insbesondere in Süddeutschland) signifikant zu (Abb. 3), während die Zahl der Frosttage deutlich (um bis zu 45 Tage) und in allen Regionen relevant abnimmt.

Die Schwankungsbreite der Abweichungen der Modellergebnisse von den Referenzdaten ist zum Teil erheblich, die Schwankungsbreite der simulierten Klimaänderungen hingegen deutlich geringer. Das deutet darauf hin, dass sich systematische Abweichungen der Modelle vom gegenwärtigen Klimazustand nur bedingt auf die simulierten Klimaänderungen auswirken.

An QUIRCS wirken mit:

- Lehrstuhl Umweltmeteorologie, BTU Cottbus:
- Max-Planck Institut für Meteorologie (MPI) Hamburg:
- Institut für Meteorologie und Klimaforschung, FZ-Karlsruhe, Garmisch-Partenkirchen: Richard Knoche
- DLR Institut für Physik der Atmosphäre, Oberpfaffenhofen: Dietrich Heimann, Maria Zemsch, Ernst Dittmann, Andreas Walter
- Deutscher Wetterdienst (DWD), Offenbach: Ernst Dittmann, Andreas Walter
- Professur Meteorologie, TU Dresden: Michael Sommer, Franz Berger (DWD Observatorium Lindenberg)

Kontakt: Klaus Keuler, Lehrstuhl Umweltmeteorologie, BTU Cottbus
Keuler@tu-cottbus.de, www.tu-cottbus.de/meteo/Quircs/home.html

